

# FORMATION OF TRANSPARENT WINDOW ON POLISHING PAD FOR MECHANICAL CHEMICAL POLISHING DEVICE

Patent number: JP10083977

Publication date: 1998-03-31

Inventor: BIRANG MANOOCHER; GLEASON ALLAN; GUTHRIE WILLIAM L

Applicant: APPLIED MATERIALS INC

Classification:

- International: H01L21/304; B24B37/00

- european: B24B37/04I; B24B37/04I2; B24B49/04; B24B49/12; B24B51/00; B24D7/12; G01B11/06

Application number: JP19970221737 19970818

Priority number(s): US19960689930 19960816

Also published as:

EP0824995 (A1)

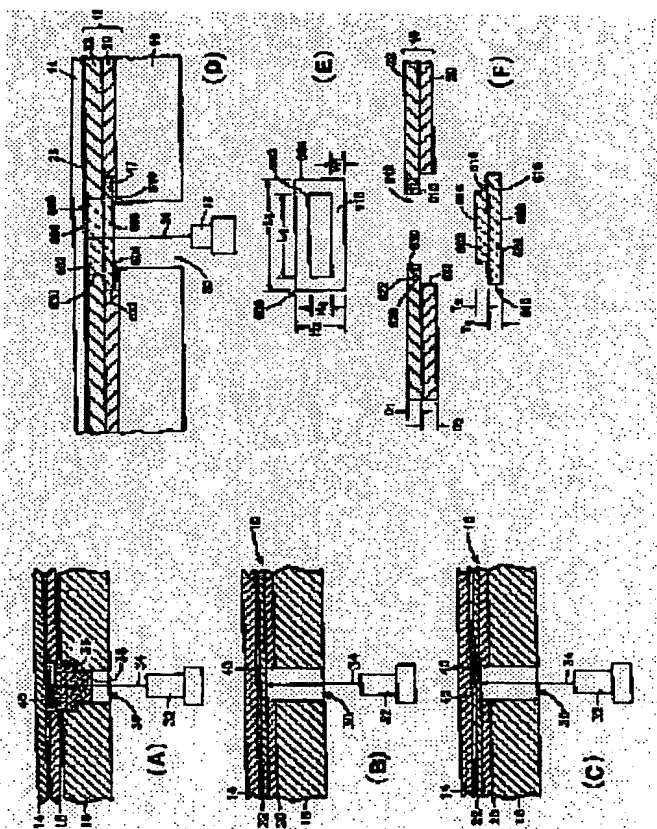
Report a data error here

## Abstract of JP10083977

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a means of accurately determining an end point of processing in a CMP process carried out through a mechanical chemical polishing (CMP) device.

**SOLUTION:** A polishing pad 18 for a CMP device and a method of manufacturing it are provided.

The polishing pad 18 is equipped with a coating layer 22 possessed of a polishing surface and a lining layer 20 adjacent to a platen 16. An opening 612 penetrating through the polishing pad 18 is composed of a first opening 630 of first certain cross-sectional area provided to the coating layer 22 and a second opening 632 of second different cross-section area provided to the lining layer 20. A substantially transparent polyurethane plug 600 is arranged in the opening 612 and fixed to it with adhesive agent 614.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 10 - 8 3 9 7 7

(43) 公開日 平成10年(1998)3月31日

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 L 21/304  
B 2 4 B 37/00

識別記号

3 2 1

庁内整理番号

F I

H 0 1 L 21/304 3 2 1 E  
B 2 4 B 37/00 C

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 6 O L

(全 2 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-221737

(22) 出願日 平成9年(1997)8月18日

(31) 優先権主張番号 08/689930

(32) 優先日 1996年8月16日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 390040660

アプライド マテリアルズ インコーポレ  
イテッド

APPLIED MATERIALS, I  
NCORPORATED

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 950  
54 サンタ クララ パウアーズ アベニ  
ュー 3050

(72) 発明者 マヌーシェア ビラング

アメリカ合衆国, カリフォルニア州,  
ロス ガトス, ファウル リッジ ロード  
18836

(74) 代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外4名)

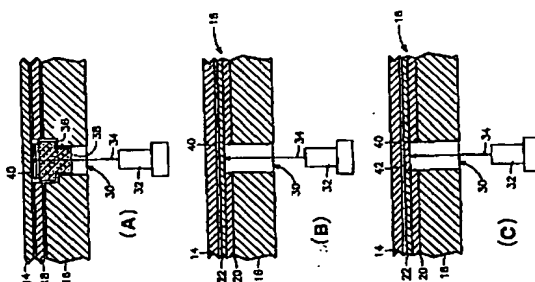
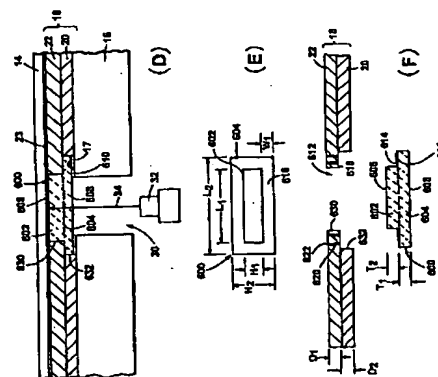
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 機械化学的ポリッシング装置用のポリッシングパッドへの透明窓の形成

(57) 【要約】

【課題】 機械化学的ポリッシング (CMP) 装置によるCMPプロセスにおいて、プロセス終点を正確に決定するための手段を提供すること。

【解決手段】 本発明は、上記課題を解決すべく、CMP装置10用のポリッシングパッド18およびそれを製作する方法を提供している。ポリッシングパッド18は、ポリッシング面を持つ被覆層22と、プラテン16に隣接する裏打ち層20とを有する。第1の断面積を持つ被覆層22の第1開口630と、第2の、異なる断面積を持つ裏打ち層20の第2開口632とが、ポリッシングパッド18を貫通する開口612を形成する。実質的に透明なポリウレタンプラグ600がその開口に配置され、接着剤614がそのプラグ600をその開口612に固定する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 機械化学的ポリッシング装置用のポリッシングパッドであって、  
ポリッシング面と、

前記ポリッシング面に形成され、第1の寸法を持つ第1セクションおよび異なる第2の寸法を持つ第2セクションを含む開口と、

前記開口の前記第1セクション内に位置決めされた第1部分と、前記開口の前記第2セクション内に位置決めされた第2部分とを有する実質的に透明なプラグと、

前記プラグを前記開口内に固定する手段と、を備えるポリッシングパッド。

【請求項2】 前記プラグがポリウレタン材料で造られている、請求項1に記載のポリッシングパッド。

【請求項3】 前記固定手段が接着材料を含む、請求項1に記載のポリッシングパッド。

【請求項4】 前記接着材料がゴム弾性ポリウレタン材で造られている、請求項3に記載のポリッシングパッド。

【請求項5】 前記プラグの前記第1部分が前記開口の前記第1セクションと実質的に同一寸法であり、前記プラグの前記第2部分が前記開口の前記第2セクションと実質的に同一寸法である、請求項1に記載のポリッシングパッド。

【請求項6】 前記プラグの前記第1部分が、前記ポリッシング面と同一面である上面を含む、請求項5に記載のポリッシングパッド。

【請求項7】 前記プラグの前記第2セクションの厚さが前記開口の前記第2セクションの深さより小さい、請求項6に記載のポリッシングパッド。

【請求項8】 前記第1の寸法が前記第2の寸法より大きい、請求項6に記載のポリッシングパッド。

【請求項9】 前記プラグがリムを含む、請求項1に記載のポリッシングパッド。

【請求項10】 前記固定手段が、前記リム上に配置された接着材料を含む、請求項1に記載のポリッシングパッド。

【請求項11】 機械化学的ポリッシング装置用のポリッシングパッドであって、

ポリッシング面を有する第1層と、

前記第1層に隣接する第2層と、

前記第1層および前記第2層を貫通し、第1の断面積を持つ前記第1層内の第1開口、および、より小さい第2の断面積を持つ前記第2層の第2開口とを含む開口と、前記開口に配置され、前記開口の前記第1セクション内に位置決めされた第1部分と、前記開口の前記第2セクション内に位置決めされた第2部分とを有するプラグと、

前記プラグを前記開口に固定する接着材料と、を備えるポリッシングパッド。

【請求項12】 前記第1層が第1デュロメータ測定値を持ち、前記第2層が第2の、より小さいデュロメータ測定値を持つ、請求項11に記載のポリッシングパッド。

【請求項13】 ポリッシングパッドを形成する方法であって、

開口が第1の寸法を持つ第1セクション、および、異なる第2の寸法を持つ第2セクションを含むように、ポリッシングパッドに前記開口を形成するステップと、

10 実質的に透明なプラグを、前記プラグが前記開口の前記第1セクション内に位置決めされた第1部分と前記開口の前記第2セクション内に位置決めされた第2部分とを有する状態で、前記開口に配置するステップと、前記プラグを前記開口に固定する固定ステップと、を備えるポリッシングパッド形成方法。

【請求項14】 前記固定ステップが、前記プラグを接着材料で前記開口に固定するステップを含む、請求項13に記載のポリッシングパッド形成方法。

【請求項15】 前記開口を形成するステップが、前記ポリッシングパッドから材料を除去する除去ステップを含む、請求項13に記載のポリッシングパッド形成方法。

【請求項16】 前記除去ステップが、前記ポリッシングパッドの第1層から前記第1セクションを除去するステップと、前記ポリッシングパッドの第2層から前記第2セクションを除去するステップとを含む、請求項15に記載のポリッシングパッド形成方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

30 【発明の属する技術分野】 本発明は、一般的には半導体製造に関し、より詳細には機械化学的ポリッシング(CMP)に用いられるポリッシングパッドに透明窓を形成する方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 最新の半導体集積回路(IC)を製造するプロセスでは、先行するプロセスで形成された層や構造の上に、様々な材料層や構造を形成する必要がある。しかしながら、先に形成された処理中のウェーハの上面は、バンプや、高さの不揃いな部分、谷、溝、および/またはその他の凹凸により、幾何学的に著しく不規則なままであることが多い。これらの凹凸は次の層を形成するときに問題を生じる。例えば、先に形成された層の上に小さな寸法形状のフォトリソグラフィックパターンを印刷する場合、非常に浅い焦点深度が必要である。従って、平坦で平らな面であることが不可欠となり、さもないと、パターンの一部の焦点が合っても、他の部分では焦点が合わないことになる。実際には、25×25mmのダイ上にわたって、表面変動は1000オングストローム以下のオーダーであることが望ましいと考えられる。更に、それぞれの主要処理ステップでその凹凸が平

準化 (leveling) されていないと、ウェーハの表面は、幾何学的に一層不規則にさえなり、その後の処理で層が堆積するにつれて、更に問題を生じることになる。使用するダイのタイプと寸法形状により、表面凹凸が歩留まりと装置性能の低下を招く場合がある。従って、IC構造の或る種の平坦化、すなわち平準化を実現することが望ましい。実際に、最高密度のIC製作技術は何らかの方法を利用して、製造プロセスの重要段階で平坦化したウェーハ表面を形成するようにしている。

【0003】半導体ウェーハの平坦化、つまり幾何学的除去を達成する一つの方法は、機械化学的ポリッシング (CMP) プロセスである。一般に、機械化学的ポリッシング (CMP) プロセスは、制御しながら圧力を加えて、回転ポリッシングプラテンにウェーハを保持および/または回転させるステップを含む。図1に示すように、代表的なCMP装置10は、半導体ウェーハ14をポリッシングプラテン16に保持するためのポリッシングヘッド12を含む。ポリッシングプラテン16は、パッド18で覆われている。このパッド18は、普通は、プラテンの表面と接する裏打ち層20と、化学ポリッシングスラリーとともに用いられてウェーハ14をポリッシングする被覆層22とを有する。しかし、パッドの中には、被覆層だけを持ち、裏打ち層のないものもある。被覆層22は通常、連続気泡の発泡ポリウレタン (例えば、Rodel IC1000)、または溝付き表面を持つポリウレタンシート (例えば、Rodel EX2000) のいずれかである。パッドの材料は、砥粒と化学物質の両方を含む化学ポリッシングスラリーで濡らされている。一つの代表的な化学スラリーは、KOH (水酸化カリウム) と薫蒸シリカ (fumed-silica) 粒子とを含む。プラテンは通常、その中心軸24周りに回転される。更に、ポリッシングヘッドは通常、その中心軸26周りに回転され、並進アーム28を介してプラテン16の表面を横切って並進する。図1にはポリッシングヘッドが一つしか図示されていないが、CMP装置には通常、二つ以上のヘッドが、ポリッシングプラテンの周りに間隔を空けて円周方向に配置される。

【0004】CMPプロセス中に遭遇する問題は、部品が希望の平坦度、つまり相対的厚さまで平坦化された、と判定するところにある。一般に、希望の表面特性や平面状態に到達した時点を検出する必要がある。これは様々な方法で達成されている。以前は、CMPプロセス中のウェーハ特性のモニターは不可能だった。通常、ウェーハはCMP装置から外されて別の場所で検査されていた。ウェーハが希望の仕様に合致しない場合、ウェーハをCMP装置に再び取り付けて再処理しなければならなかった。これは時間と人手のかかる手順であった。その外に、検査において材料が過剰に除去されているのが発見された場合、その部分は使用不能になった。従って、この分野では、CMPプロセス時に、その場で (in-sit

u)、希望の表面特性や厚さが得られた時点を検出できる装置に対するニーズがあった。

#### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】CMPプロセス中での終点のその場検出のために、いくつかの装置と方法が開発されている。例えば、超音波の使用したり、機械抵抗、電気的インピーダンス、あるいはウェーハ表面温度の変化の検出を取り込んだ装置と方法が使用されている。これらの装置と方法は、ウェーハやその層の厚さを測定することと、厚さ変化をモニターしてプロセスの終点を確定することに依存している。ウェーハの表面層を薄くする加工をしている場合、厚さの変化を利用して、表面層が何時、所望の深さになったかが決定される。凹凸表面を有する、パターン処理されたウェーハを平坦化する場合、厚さの変化をモニターして、表面凹凸の近似的な深さを知ることによって、終点が決定される。厚さの変化が凹凸の深さに等しくなった時点で、CMPプロセスは終了する。これらの装置と方法は、意図される用途についてはほぼ満足に動くが、終点をより精確に決定するシステムに対するニーズは依然としてある。

#### 【0006】

【課題を解決するための手段】概略的に述べるならば、本発明は、一態様において、機械化学的ポリッシング装置用のポリッシングパッドに関する。ポリッシングパッドは、内部に開口が形成されたポリッシング面を備えている。この開口は、第1の寸法を持つ第1セクションと、第2の寸法を持つ第2セクションとを含む。実質的に透明なプラグが開口内に位置決めされている。プラグは、開口の第1セクション内に位置決めされた第1部分と、開口の第2セクション内に位置決めされた第2部分とを有する。開口内には、プラグを固定する手段がある。

【0007】また、本発明は、別の態様において、ポリッシングパッド形成方法に関する。開口は、第1の寸法を持つ第1セクションと、第2の寸法を持つ第2セクションとを含むように、ポリッシングパッド内に形成される。実質的に透明なプラグが開口内に設けられる。プラグの第1部分は開口の第1セクション内に位置決めされ、プラグの第2部分は開口の第2セクション内に位置決めされる。プラグは開口部内に固定される。

【0008】具体的な実施態様では以下の点を含む。固定手段は接着材料を含むのがよい。プラグの第1部分は、開口の第1セクションと実質的に同一寸法で、プラグの第2セクションは、開口の第2セクションと実質的に同一寸法とするのがよい。第1の寸法は第2の寸法より大きい。プラグはポリウレタン材でもよいし、接着材はゴム弾性ポリウレタン材でもよい。開口の第1セクションを第1層中に形成し、開口の第2セクションを第2層中に形成してよい。取り外しステップは、第1セクションをポリッシングパッドの第1層から取り外すステッ

ブと、第2セクションをポリッシングパッドの第2層から取り外すステップとを含むことができる。第1層のデュロメータ測定値は、第2層のデュロメータ測定値より大きくてよい。プラグの上面はポリッシング面と同一面でき、プラグの第2部分の厚さは、開口の第2セクションの深さより小さくてよい。

【0009】本発明の更なる目的と利点は以下の説明に記載され、一部はその説明から明らかとなり、さもなければ本発明を実施することによって理解されるだろう。本発明の目的と利点は、クレームに詳細に指摘された手段と組合せによって実現することができる。

【0010】なお、本明細書の一部を構成する添付図面は、本発明の実施形態を概略的に示し、上記の一般的な説明および下記の詳細な説明とともに、本発明の原理の説明に役立つものとなろう。

#### 【0011】

【発明の実施の形態】図2は、本発明の一実施形態に従って改良されたCMP装置の一部を示す。孔30が、プラテン16と、その上の位置するプラテンパッド18とに形成されている。この孔30は、ポリッシングヘッド12の並進位置に拘らず、プラテンの回転中の一時期、ポリッシングヘッド12により保持されたウェーハ14が見えるように位置決めされている。レーザー干渉計32はプラテン16の下方の適所に固定されており、その位置では、レーザー干渉計32から投射されたレーザービーム34が、プラテン16の孔30を通り、孔30がウェーハ14に隣接している間、上に位置するウェーハ14表面に当たることができる。

【0012】プラテン孔30とウェーハ14（ウェーハがプラテン孔30の上に重なる時点）の詳細を図3の（A）～（C）に示す。図3の（A）から分かるように、プラテン孔30は段付きの内径部を持ち、従って肩部36を形成する。この肩部36は、レーザービーム34用の窓として働く石英インサート38を収容、保持するために使用される。プラテン16とインサート38との間の境界は封止されているので、ウェーハ14とインサート38との間に入り込んだ化学（化学薬品）スラリ40はプラテン16の底まで漏洩することはない。石英インサート38はプラテン16の上面の上方に、一部がプラテンパッド18の中まで突出している。インサート38のこの突出は、インサート38の上面とウェーハ14の表面との間の間隙を最小にすることを意図している。この間隙を最小にすることによって、間隙に捕捉されるスラリ40の量が最小になる。このことは、スラリ40が自らを通過する光を散乱させる傾向があるので、レーザー干渉計32から発射されたレーザービームを減衰させてしまうという観点において、有利となる。インサート38とウェーハ14との間のスラリ40の層が薄い程、レーザービーム34とウェーハからの反射光の減衰は少なくなる。間隙が約1mmであると、CMPプロ

セスの減衰値は許容可能であると考えられる。しかし、この間隙は更に小さくすることが望ましい。間隙はできるだけ小さくしなければならないが、同時に、CMPプロセス中は常に、インサート38がウェーハ14に触れないようにする必要がある。本発明の実施例では、インサート38とウェーハ14の間の間隙を10ミル（250μm）にセットして、満足すべき結果を得た。

【0013】図3の（B）は、プラテン16とパッド18の別の実施形態を示している。この実施形態では、石英インサートは除かれており、パッド18には貫通孔が存在しない。その代わりに、プラテン16の孔30の上に位置する部分で、パッド18の裏打ち層20（存在する場合）が除去されている。これによって、ウェーハ14と、プラテン16の底との間にはパッド18のポリウレタン被覆層22だけが残る。被覆層22で 사용되는ポリウレタン材は、レーザー干渉計32からのレーザービーム34を実質的に透過させることが分かっている。従って、プラテン孔30上に位置する被覆層22の部分がレーザービーム34の窓として働く。この代替構造には著しい利点がある。第1に、パッド18自体が窓として使用されるので、目に見える間隙は存在しない。従って、レーザービームの好ましくない散乱の原因となるスラリ40は殆どない。この代替実施形態の別の利点は、パッドの磨耗が無関係になることである。最初に説明した図3の（A）の実施形態では、石英インサート38とウェーハ14との間の間隙をできるだけ小さくした。しかし、パッド18が磨耗するにつれて、この間隙は更に小さくなる傾向がある。結局、磨耗が非常に大きくなると、インサート38の上面がウェーハ14に触れて、それを損傷させる可能性がある。図3の（B）の代替実施形態では、パッド18を窓として使用してウェーハ14と接触状態にするように設計されるので、パッド18の磨耗による悪影響はない。半透明の連続気泡タイプのパッドと、透明な溝付き表面タイプのパッドの両者を使った試験では、透明な溝付き表面パッドの方がレーザービームの減衰が少ないことが分かった。従って、なるべくこのタイプのパッドを使用することが望ましい。

【0014】パッドの被覆層で使用するポリウレタン材料はレーザービームを実質的に透過できるが、ナイロン微小球体等の或る種の添加物を含み、この添加物がその透過性を妨げる。この問題は、図3の（C）に記載された本発明の実施形態で解消される。この実施形態では、プラテン孔30上に位置する領域の代表的なパッド材料が、中実のポリウレタンプラグ42と置き換わっている。このプラグ42は、レーザービーム用の窓として働くが、ナイロン微小球体を含まないポリウレタン材料でできている。従って、プラグ42を通るレーザービーム34の減衰は最小になる。プラグ42はパッド18の中に一体成形してもよい。

【0015】例えば、ポリッシングパッドに既に切削加

工してある孔内へ、流体ポリウレタンを注入して、プラグを形成してもよい。液体ポリウレタンを硬化させて、ポリッシングパッド内に一体成形されたプラグを成形する。或はまた、プラグを中実インサートとして予め成形することもできるだろう。このインサートを、溶融したポリッシングパッドバルク材料中に入れてから、プラグ42の材料とポリッシングパッド18の材料とが接合するように、そのアセンブリ全体を硬化させることができる。アセンブリが冷却されると、ポリウレタンプラグ42がポリッシングパッドの中に一体成形されることになる。しかしながら、ポリッシングパッド18の材料、特に被覆層22の材料は、ポリウレタンプラグ42の材料とは異なる。従って、アセンブリが硬化するときにプラグ42の材料が収縮して、窓を上か下に座屈させる傾向がある。これによって、スラリを集積させるくぼみか、ウェーハ14を損傷させる隆起のいずれかが発生する。

【0016】図3の(D)によれば、別の実施形態では、2段型プラグ600が、プラテン孔30の上のポリッシングパッド18中に位置決めされている。この2段型プラグ600は、レーザービーム用の窓として働く比較的透明な材料で形成される。2段型プラグ600の材料は、ニュージャージー州ニューアークのRodel から商品名EX-2000として入出可能な、実質的に純粋なポリウレタンとすることができる。上記材料は、ポリッシングプロセスに関して化学的に不活性で、ポリッシングパッドと同じ速度で侵食する。2段型プラグ600は、上側プラグ部602と下側プラグ部604を含む。上側プラグ部602は被覆層22の孔、つまり開口630に嵌合し、下側プラグ部604は裏打ち層20の孔、つまり開口632に嵌合する。上側プラグ部602の上面606は、ポリッシングパッド18の上面23と同一平面である。下側プラグ部604の下面608とプラテン16の上面17との間に、間隙610があってもよい。

【0017】ウェーハ14からポリッシングパッド18上へ荷重が加えられると、裏打ち層20が圧縮される。従って、間隙610の幅は減少する。間隙610の大きさは、ウェーハ14がプラテン孔30の上に位置する場合でも、下面608がプラテン16の上面17に接触しないように充分大きく選定される。上面606はウェーハ14に接触するが、間隙610によってウェーハ上に圧力が働かない。従って、2段型プラグ600のより密度の高い材料が局部的に増加する負荷を生成することはない。従って、2段型プラグ600はウェーハ14のポリッシングに悪影響を及ぼすことはない。

【0018】図3の(E)と(F)によれば、ポリッシングパッド18を以下のように組み立ててもよい。中実のポリウレタンピースから2段型プラグ600を機械加工するか成形加工する。ポリッシングパッド18に開口612を切削加工する。或は、ポリッシングパッド18

を開口612と一体に成形してもよい。開口612は2つのセクションを含む。開口の第1セクションを被覆層22の孔630とし、開口の第2セクションを裏打ち層20の孔632としてもよい。開口612は2段型プラグ600の形状に合わせる。プラグの形は、異なる断面積を持つ隣接する長方形の平板でもよい。具体的には、下側プラグ部604の断面積は、上側プラグ部602の断面積より大きい。例えば、上側プラグ部602の長さ $L_1$ を約2.0インチ(5.08cm)とし、高さ $H_1$ を約0.5インチ(1.27cm)とする。また、下側プラグ部604の長さ $L_2$ を約2.2インチ(5.59cm)、高さ $H_2$ を約0.7インチ(1.78cm)とすることができる。こうして、下側プラグ部604は上側プラグ部602よりも広がり、約0.1インチ(2.54mm)の幅 $W_1$ を持つリム616を形成する。プラグの配向は、その長手方向軸がポリッシングパッドの半径に沿うようにするのがよい。図3の(D)~(F)には、上側プラグ部602の断面積が下側プラグ部604の断面積よりも小さく図示されているが、必ずしもその必要はない。そうではなく、上側プラグ部602を下側プラグ部604よりも小さくしてもよい。上側プラグ部602の厚さ $T_1$ は、被覆層22の厚さに等しく、約50ミル(1270 $\mu$ m)である。従って、厚さ $T_1$ は、開口の第1セクションの深さ $D_1$ に等しい。下側プラグ部604は、裏打ち層20よりも約10ミル(254 $\mu$ m)薄い。下側プラグ部604の厚さ $T_2$ は、約40ミル(1016 $\mu$ m)でもよい。従って、厚さ $T_2$ は、開口の第2セクションの深さ $D_2$ より小さくなる。

【0019】接着剤614を下側プラグ部604のリム616の上に塗布する。接着剤614は、カリフォルニア州、Van NuysのBerman Industriesから、商品名WC-575A/Bで入手可能なゴム弾性ポリウレタンがよい。他の接着剤、例えばゴムセメントやエポキシを接着剤614として使用してもよい。

【0020】被覆層22の下側の領域618は、接着剤の残渣をかき取り、アセトンでそこを洗浄して清浄にする。次いで、開口612に2段型プラグ600を、そのリム616がポリッシングパッド18の領域618に接触するまで挿入する。この接触領域には、約15から20ポンド/平方インチの荷重がかかっている。このことにより、上側プラグ部602と被覆層22の間、または下側プラグ部604と裏打ち層20との間の間隙に、接着剤614が押し込まれる。室温で数日後、接着剤614は硬化して、プラグ600が開口612に固定される。接着剤614に熱を加えればもっと早く硬化するが、過剰な温度により、裏打ち材20が変形してしまうかもしれない。

【0021】スラリの分布を改善するために、ポリッシングパッド18の被覆層22に溝を切ったり細孔620を設けてもよい。これらの溝や細孔620は、下側プラ

10

20

30

40

50

グ部 604 の上方に配置され、純粋なポリウレタン材料 622 で充填される。更に、2 段型プラグ 600 の上面 606 には溝を付けないままにしておく。2 段型プラグ 600 の領域には溝やくぼみが存在しないので、レーザービーム 34 を遮るようなスラリの集積がない。コンディショニングプロセス中には、ポリッシングパッド 18 の粗さを回復するために、パッドコンディショナで被覆層 22 の上面 23 を研削除去するが、2 段型プラグ 600 の上面 606 も引かれて磨耗する。しかし、ポリウレタンは拡散性の材料なので、上面 606 の磨耗はレーザー干渉計 32 の性能に殆ど影響を与えない。

【0022】2 段型プラグ 600 によって提供される窓は、レーザービーム 34 を遮る、プラテン孔 30 上へのスラリ集積を防止する。プラグ 600 は、スラリ 40 に対する化学的耐性を持つ材料で成形され、ポリッシングプロセスに関して化学的に不活性である。プラグは、ポリッシングパッド 18 の残部と同じ速度で侵食する。プラグは、プラテン孔 30 へのスラリ 40 の漏れを防ぐために開口内に密止され、またウェーハに局所的な負荷増加を防ぐために押し下げられる。

【0023】作動時には、本発明による CMP 装置は、レーザー干渉計からのレーザービームを使って、ウェーハ表面から除去された材料の量を判定したり、平坦化した時点を判定する。このプロセスの開始を、図 4 を参照して説明する。レーザーとコリメータ 44、ビームスプリッタ 46、および検知器 48 が、レーザー干渉計 32 の構成要素として図示されている。これは、CMP の作動に関する前記説明を容易にするためである。更に、便宜のために、石英インサート 38 を窓として使用する図 3 の (A) の実施形態を示す。勿論、図示された構成は単なる一つの可能な編成であって、他の構成も使用できる。例えば、前記のいずれの窓構造も使用可能であり、またレーザー干渉計 32 の代替実施形態も可能である。一つの代替干渉計編成では、或る角度でウェーハ間に入射するビームを発生させるためにレーザーが使用されるだろう。その実施形態では、ウェーハからの反射光が当たる位置に検知器が配置されるだろう。また、その代替実施形態では、ビームスプリッタは必要ないだろう。

【0024】図 4 に示すように、レーザーとコリメータ 44 は、ビームスプリッタ 46 の下部に入射する平行レーザービーム 34 を発生する。ビーム 34 の一部はビームスプリッタ 46 と石英インサート 38 を通って伝播する。ビーム 34 のこの部分がインサート 38 の上端を離れると、ビームはスラリ 40 を通って伝播してウェーハ 14 の表面に当たる。ウェーハ 14 は、図 5 で詳しく示すように、シリコン製基板 50 とその上に重なる酸化物層 52 (すなわち  $\text{SiO}_2$ ) を持つ。

【0025】ウェーハ 14 に当たる前記一部のビーム 34 は、酸化物層 52 の表面で部分的に反射され、第 1 反射ビーム 54 を形成する。しかし、その光線の一部も、

酸化物層 52 を透過して、下に重なる基板 50 に当たる透過ビーム 56 を形成する。基板 50 に到達する透過ビーム 56 からの光の少なくともいくらかは酸化物層 52 を通って再び反射され、第 2 の反射ビーム 58 を形成することになる。第 1 と第 2 の反射ビーム 54、56 は、双方の位相関係によって互いに建設的にまたは破壊的に干渉して、合成ビーム 60 を形成する。この場合、この位相関係は、主として酸化物層 52 の厚さの関数である。

【0026】上記実施形態は、単一の酸化物層を持つシリコン基板を使用しているが、当該技術に精通した者ならこの干渉プロセスが他の基板や他の酸化物層でも発生することを十分理解するだろう。重要な点は、当たったビームを、酸化物層が部分的に反射して、部分的に透過させ、基板がそれを少なくとも部分的に反射することである。更に、干渉プロセスは基板上に積層する複数の層を持つウェーハにも適用できる。繰り返すが、各層が部分的に反射して部分的に透過する性質があれば、合成干渉ビームが形成される。もっとも、それはすべての層と基板から反射されたビームの組合せではある。

【0027】再び図 4 を参照すると、第 1 と第 2 の反射ビーム 54、58 (図 5) の組合せを表す合成ビーム 60 が、スラリ 40 とインサート 38 を通ってビームスプリッタ 46 の上部に再び伝播することが分かる。ビームスプリッタ 46 は、合成ビーム 60 の一部を検知器 48 の方向に向ける。

【0028】プラテン 16 は通常、CMP プロセス中は回転している。従って、プラテン孔 30 は、その回転の一部の期間だけウェーハ 14 を見るができない。従って、レーザー干渉計 32 からの検知器信号をサンプリングできるのは、レーザービーム 34 がウェーハ 14 に当たるときに限られる。重要なのは、レーザービーム 34 が孔 30 を通過して部分的に伝えられるときは、プラテン 16 の底の孔縁で一部が遮られるときと同様、サンプリングは行なわれないという点である。理由は、これによって信号に著しいノイズが生じるからである。この発生を防止するために位置センサ装置が組み込まれたのである。本発明の実施例では光学遮断型センサが使用され、後続の図で示されているが、ホール効果、渦電流、光学遮断器 (インターラプタ)、または音響センサ等の任意の周知の近接センサが使用できるだろう。レーザー干渉計 32 を同期するための、本発明による装置を図 6 に示すが、光学遮断型センサ 62 (例えば LED/光ダイオードの対) が、プラテン 16 の周縁が見えるように、CMP 装置のシャーシの固定位置に取り付けられる。このタイプのセンサ 62 は、そのセンサが発生する光学ビームが遮られたときに作動する。位置センサフラグ 64 がプラテン 16 の外周に取り付けられている。フラグ 64 の取付け位置と長さは、レーザー干渉計 32 からのレーザービーム 34 が先に説明した窓構造 66 を完

全に透過したときに限って、フラグがセンサの光学信号を妨げるように決められる。例えば図6に示すように、センサ62はプラテン16の中心に対してレーザー干渉計32の直径方向反対側に取り付けられる。フラグ64は、窓構造66の直径方向反対側の位置でプラテンに取り付けられる。フラグ64の長さは、破線68によってほぼ決定されるが、フラグ64の正確な長さは、フラグ64がセンサ62によって検出されている期間中、レーザービームがプラテン16によって完全には妨げられない状態になるように、微調整される。この微調整は、位置センサのノイズや不正確さ、レーザー干渉計32の応答性等をすべて補償する。一旦、センサ62が作動すると、干渉計32からの検知器信号をいつサンプリングすべきかの決定に使用される信号が発生する。

【0029】位置センサ信号を使って、ウェーハがレーザービームに対して見得る状態である時にレーザー干渉計信号をサンプリングできるデータ収集システムは、この分野では周知技術であり、本発明の新規部分を構成するものではない。従って、ここで詳細な説明を行なわない。しかしながら、適切なシステムの選択にあたって、何らかの考慮がなされなければならない。例えば、干渉計からの信号を或る期間にわたって積分することが望ましい。この積分によって、積分された期間の高周波ノイズを平均化することによってS/N比が改善される。このノイズは様々な原因があり、例えばプラテンとウェーハの回転による振動や、不均等な平坦化によるウェーハ面の変動である。上記の装置では、石英窓の直径とプラテンの回転数が、信号を積分するためにプラテンの回転中に利用可能な時間を決定する。しかしながら、状況によっては、この利用可能な時間は充分でないかもしれない。例えば、許容可能なS/N比が、より長い積分時間を要求するかもしれないし、選択されたデータ収集システムで使用されるインタフェース回路が、ワンパスの間に利用できる時間を超える最小積分時間を要求するかもしれない。

【0030】この問題に対する一つの解決策は、プラテンの回転方向に沿ってプラテン孔を拡張することである。言い換えると、窓構造66'（すなわち、インサートやパッドやプラグ）の形状を、図7に示すような円弧形にする。勿論、フラグ64'を拡張して、より長寸の窓構造66'を収容させる。或はまた、窓はそのままにして、レーザー干渉計を窓の真下の回転するプラテンに取り付けることもできる。この場合、プラテンの下に干渉計を収容するようCMP装置を改変しなければならないだろうし、干渉計からの検知器信号のルートを準備する必要があるだろう。しかしながら、両方法の最終的な結果は、プラテンの各回転毎のデータ収集時間を延長することになるだろう。

【0031】プラテン孔と窓の拡張は有利だが、実際にはプラテンパッドの表面積を多少削減する。従って、プ

ラテンの回転の一部分で、窓の上に重なるディスク領域の平坦化速度は減少する。更に、プラテン孔と窓の長さはウェーハの縁部を超えて拡張してはならないし、またウェーハの並進位置と関係なく、窓がウェーハの縁部を超えたときにデータサンプリングを行なってはならない。従って、拡張されたプラテン孔と窓の長さ、すなわちプラテンに取り付けられた干渉計をサンプリングできる時間は、ポリッシングパッドのあらゆる並進運動によって制限される。

【0032】従って、充分なデータ収集積分時間を得るためのより好ましい方法は、プラテンの1回転を超えてデータを収集することである。図8によれば、ステップ102において、レーザー干渉計信号が、プラテンの各回転で入手できるデータ収集時間の間にサンプリングされる。次に、ステップ104と106では、サンプリングされた各信号が前記のデータ収集時間にわたって積分され、その積分値が記憶される。次に、ステップ108と110では、プラテンの各回転後に積算サンプル時間が計算されて、望ましい最小サンプル時間と比較される。勿論、一つしかサンプルを取らない場合のサンプル回数は一回だけになる。積算サンプル時間が、望ましい最小サンプル時間に等しいかそれを超える場合、ステップ112に示すように、記憶された積分値が転送されて、合計される。そうでない場合は、積算サンプル時間の、サンプリング、積分、記憶、積算サンプル時間計算、および望ましい最小サンプル時間とそれとの比較、の各プロセスが継続される。最終ステップ114では、記憶された積分値の転送と合計の度毎に作成された合計積分値が、データ信号として出力される。ここで述べたデータ収集方法は、論理回路か、ソフトウェアアルゴリズムのいずれかを使って、いくつもの周知の方法で実行できる。これらの方法はよく知られているので、詳細な説明は不要であり、従って省略した。区分的なデータ収集方法が、窓の直径やプラテンの回転数の値に関係なく、望ましい最小サンプル時間を満たすという問題の解決を提供することに注目したい。実際、プロセスが位置センサ装置に関係する場合は、プラテン回転数は変化するかもしれないが、それでも信頼できるデータを得ることができるだろう。必要なデータを得るために要求されるプラテン回転数だけが変化するだろう。

【0033】合成ビーム60を形成した前記第1と第2の反射ビームによって、図4及び図5に示すように、検知器48の位置で干渉が認められる。第1と第2のビームが互いに同相の場合、それらは検知器48で極大値を生じる。一方、両ビームの位相が180°ずれていると、それらは検知器48で極小値を生じる。両反射ビーム間の他の位相関係は、すべて、検知器48で認められる極大値と極小値の間の干渉信号となる。その結果、検知器48からの信号出力は、酸化物質52の厚さがCMPプロセス中に減少するにつれて、その厚さと共に周期



的に変化することになる。実際に、検知器 48 からの信号出力は、図 9 の (A) と (B) のグラフで示すように、正弦波状に変化することが観察された。図 9 の

(A) のグラフは、時間 (x 軸) に対する、各サンプル期間中の検知器信号の積分振幅 (y 軸) を示す。このデータは、図 4 の装置のレーザー干渉計出力をモニターして得られたもので、その間、シリコン基板 (すなわち、ブランク酸化物ウェーハ) 上に積層する平滑な酸化物層を持つウェーハに対して CMP プロセスが実行された。図 9 の (B) のグラフは、図 9 の (A) のグラフからのデータを濾波したバージョンである。この濾波バージョンは、干渉計の出力信号の周期変動を極めて明瞭に示している。干渉信号の周期は、CMP プロセス時に材料が酸化物層から除去される速度によってコントロールされることに注目する必要がある。従って、プラテンパッドに押し付けるようウェーハに加えられる下向きの力や、プラテンとウェーハ間の相対速度等の要因がその周期を決める。図 9 の (A) と (B) にプロットされた出力信号のそれぞれの周期の間に一定厚さの酸化物層が除去される。除去される厚さは、レーザービームの波長と、酸化物層の屈折率とに比例する。具体的には、1 周期当たりに除去される厚さの量はほぼ  $\lambda / 2n$  で、 $\lambda$  はレーザービームの自由空間波長、 $n$  は酸化物層の屈折率である。かくして、図 10 の (A) に示した方法を使って、CMP プロセス中、その場で、どれだけの酸化物層が除去されるかを決定できる。まず、ステップ 202 では、データ信号によって示されるサイクル数がカウントされる。次に、ステップ 204 で、出力信号の 1 サイクル間に除去される材料の厚さが、レーザービームの波長とウェーハの酸化物層の屈折率から計算される。次に、ステップ 206 では、酸化物層から除去すべき希望の材料厚さが、実際の除去厚さと比較される。実際の除去厚さは、データ信号によって示されるサイクル数と、1 サイクル中に除去される材料厚さの積に等しい。最終ステップ 208 では、除去される厚さが除去すべき希望の材料厚さに等しいかそれを超えたとき、常に CMP プロセスを終了する。

【0034】或はまた、除去材料の量を決定するために完全 1 サイクル未満を使うことができる。この方法では、希望の量を超えて除去される余分の材料を最小にできる。図 10 の (A) のステップ 202 の括弧部分に示すように、1 サイクルの指定部分の発生数が、それぞれの繰り返しでカウントされる。例えば、極大値 (すなわちピーク) と極小値 (すなわち谷) またはその逆のそれぞれの発生が、サイクルの指定部分を構成する。極大値と極小値は周知の信号処理方法によって容易に検出できるので、サイクルのこの指定部分は都合がよい。次に、ステップ 204 では、1 サイクル中に除去される材料量を決定した後、この厚さに、前記の指定部分が相当するサイクルの端数を掛ける。例えば、極大値と極小値の発

生をカウントする場合、それは 1 サイクルの  $1/2$  に相当するので、サイクルの指定部分の間に除去される酸化物層の厚さを求めるには、計算された 1 サイクルの厚さに  $1/2$  を掛ける。この方法の残りのステップはそのまま変わらない。この代替方法の最終結果は、サイクルの一部分の発生後に CMP プロセスを終了できる、ということである。従って、余分の除去材料は、大抵の場合、除去される材料量を決定する基準として完全 1 サイクルを使用したときの除去量に比べて、少なくなるだろう。

【0035】ここで説明した方法は、サイクルの最後またはその途中で振り返って、希望量の材料が除去されたか否かを決定するものである。しかし、上記に示唆するように、除去材料量が希望量を超えるかもしれない。用途によっては、この余分な材料除去は許容できないだろう。このような場合には別の方法を使用できる。すなわち、先を見て、これから先の期間に除去される材料量を予想し、希望厚さが除去されたと予想される時点で手順を終了する方法である。この代替方法の好ましい実施形態を図 10 の (B) に示す。この図から分かるように、第 1 ステップ 302 は、検知器信号中の極大値と極小値との間、またはその逆の間、最初の発生間の時間を測定するステップを含む (もっとも、完全 1 サイクルまたはその任意の部分を使用できたかもしれない)。次に、ステップ 304 では、サイクルの当該部分の間に除去される材料量が前記方法によって決定される。次に、ステップ 306 で示すように、除去された材料量を測定時間で除算することによって、除去速度が計算される。これは、材料がサイクルの先行部分で除去された速度を構成する。次のステップ 308 では、ステップ 304 で計算された除去材料の厚さが、除去すべき希望の厚さから差し引かれ、残りの除去厚さが決定される。次にステップ 310 では、この残りの除去厚さをその除去速度で除し、終了前にどれだけの時間 CMP プロセスを続けるべきかが決定される。

【0036】しかしながら、注目すべきことに、検知器信号の周期、従って除去速度は通常、CMP プロセスの進行と共に変化する。従って、これを補償するために上記方法が繰り返される。換言すれば、一旦、残り時間が計算されると、極大値と極小値またはその逆の発生の度毎に、そのプロセスが繰り返される。従って、この方法の最初の作業 (iteration) と全く同様に、次に発生する極大値と極小値との間の時間が測定され、この極大値と極小値の発生によって代表されるサイクルの部分 (すなわち  $1/2$ ) の間に除去される材料厚さが測定時間によって除算されて、除去速度が算出される。しかし、次のステップ 308 では括弧で示すように、すべての先行する繰り返し作業の間に除去された材料の総量が、希望の厚さから差し引かれる前に決定される。この方法のその他の部分は、除去すべき残りの厚さが新たに計算された除去速度によって除されて、残りの CMP プロセス時間

が決定されるので、そのまま変わらない。このようにして、残りのプロセス時間は、検知器信号の1サイクルの指定部分の発生度毎に再計算される。この作業は、残りのCMPプロセス時間が終了し次の繰返し作業が始まるまで継続される。ステップ312に示すように、その時点でCMPプロセスが終了する。通常、除去すべき厚さは、検知器信号の最初の半サイクルでは獲得されず、また直前の半サイクルに対して計算された後の除去速度の変動は小さい。従って、この前向き法（forward-looking method）は、希望の厚さだけをウェーハから除去する、非常に正確な方法を提供するものと考えられる。

【0037】ここで説明したモニター手順は、薄層化加工中の滑らかな表面を持つブランク酸化物ウェーハについては良好に機能するが、この手順を使って幾何的表面が極めて不規則なパターン処理済ウェーハを平坦化しようとしても大部分は旨くいかないことが分かっている。その理由は、通常のパターン処理済ウェーハは、異なるサイズの様々な表面特徴部を示すダイ（dies）を含むからである。これらの異なるサイズの表面特徴部は異なる速度でポリッシングされる傾向がある。例えば、他の特徴部から比較的離れて位置する小形の表面特徴部は大形の特徴部よりも早く小さくなる傾向がある。図11の

(A)～(C)は、代表的なパターン処理済ウェーハ14に見られる、下地構造78、80、82を伴う酸化物層52の表面特徴部72、74、76のセットと、CMPプロセス中にそれらが受ける変化とを例示する。特徴部72は比較的小形で、特徴部74は中間サイズ、特徴部76は比較的大形である。図11の(A)は、ポリッシング前の特徴部72、74、76を示し、図11の

(B)はポリッシングプロセスのほぼ中間の特徴部72、74、76を示し、図11の(C)はポリッシングプロセスの終了間際の特徴部72、74、76を示す。図11の(A)では、小形の特徴部72が中形や大形の特徴部74、76よりも早い速度で小さくなる。更に、中形の特徴部74は大形の特徴部76よりも早い速度で小さくなる。特徴部72、74、76が小さくなる速度も、ポリッシングプロセスの進行と共に減少する。例えば、小形の特徴部72は、当初は高い減少速度を持つが、この速度はポリッシングプロセスの間に低下する。従って、図11の(B)は、特徴部72、74、76の高さが平坦化し始める状態を示し、図11の(C)は特徴部72、74、76が基本的に平坦化した状態を示す。異なるサイズの特徴部は異なる速度で減少すると共に、これらの速度は変化しているので、各特徴部から生成される干渉信号は異なる位相と周波数を持つ。従って、各特徴部72、74、76からのすべての個々の反射から部分的に構成される合成干渉信号は、先に記載した周期的な正弦信号ではなく、外見上、ランダムな形で変動することになる。

【0038】しかしながら、上記で示唆したように、特

徴部72、74、76のポリッシング速度は、平坦化点により近く収束する傾向がある。従って、特徴部72、74、76によって生成される干渉ビーム間の位相と周波数の差はゼロに近づく傾向がある。その結果、合成干渉信号が周期的な正弦波形として認識できるようになる。従って、いつ正弦干渉信号が始まったかを検出することによって、パターン処理済ウェーハの表面が平坦化された時点を決定することができる。この方法を図12に示す。まず、ステップ402では、干渉計信号の前記の正弦変動が探索される。その正弦変動が発見されると、ステップ404に示すように、CMP手順は終了する。

【0039】図13は、CMP手順中のパターン処理済ウェーハに関しての、時間に対する検知器信号の振幅をプロットしたグラフである。このグラフの作成に使用されるサンプリングデータは、次の値が報告されるまで先の積分値に保持されるので、図示の、平らにカットされたピーク値の説明になる。よく調べると、識別可能な正弦サイクルが約250秒の所で姿を見せ始めているのが分かる。これは、パターン処理済ウェーハが最初に平坦化された位置と一致する。勿論、干渉計の出力信号のリアルタイム・モニタリングで、何時この周期変動が始まるかを正確に知ることは不可能だろう。むしろ、周期変動が始まったことが確認される前に、サイクルの少なくとも或る部分が発生していたと考えられる。CMP手順を終了する前に、1サイクル以下の経過を許容することが望ましい。1サイクルという制限は実際的な選択である。というのは、それによって、単にウェーハ表面の異なるサイズの特徴部のポリッシングによって生じるノイズ変動を示す信号ではなく、周期変動が実際に始まったのだ、という強い確信が得られるからである。更に、この1サイクル制限によって、平坦化達成後に、ウェーハ表面からごく少量の材料が確実に除去される。平坦化の程度は、2サイクル後も、1サイクル後の状態と基本的には同一なことが分かっている。従って、CMP手順の継続を許容することは、ウェーハの表面からの更なる材料除去に役立つだけだろう。一旦、パターン処理済ウェーハが平坦化された後、CMPプロセスを終了しようとする場合に1サイクルの猶予が好ましいとは言え、本発明をその時間枠に限定するつもりはない。信号が特に強い場合は、サイクルの一部だけの後で同じレベルの確信を得ることができるかもしれない。反対に、信号が特に弱い場合、必要な確信を得るのに1サイクル以上かかるかもしれない。その選択は、使用するシステムの特性次第であろう。例えば、石英窓とウェーハ表面の間の間隙のサイズが信号の強さに影響するし、またCMPプロセスを終了する前に何サイクル待つべきかの決定も同様である。

【0040】レーザー干渉計からの信号がいつ実際に周期変動し、従ってウェーハ表面が平坦化された状態を示

しているかに関する実際の決定は、様々な方法で行なわれる。例えば、信号はデジタル的に処理されて、或るアルゴリズムを使って決定が行なわれる。そのような方法は米国特許第5,097,430号明細書に開示されており、そこでは信号の勾配を使って決定が行なわれている。更に、各種の周知の曲線近似アルゴリズム (curve fitting algorithms) が利用可能である。これらの方法は基本的に、干渉計信号を正弦曲線と比較するために使用されるようである。或る所定の公差内で一致が生じたときに周期変動が始まったと決定される。一部の半導体用途では、パターン処理済ウェーハのダイ上に形成された構造に積層する材料の厚さ (すなわち皮膜厚さ) が一定深さにあることや、この皮膜厚さがダイからダイ、およびウェーハからウェーハへと再現可能であることが要求される。通常のパターン処理済ウェーハを平坦化する前記方法は、必ずしもこの望ましい再現可能な皮膜厚さを作り出すわけではない。この平坦化方法の目的は平滑な表面を作り出すことであって、特定の皮膜厚さを作ることではない。従って、特定の構造や類似サイズの構造グループの上の皮膜厚さをコントロールすることが望ましい場合、別の方法を用いなければならない。この代替方法を以下に説明する。

【0041】先に示唆したように、ダイ上のパターン処理済構造の上に酸化物層を形成することによる異なるサイズの各表面特徴部は、独特の周波数と位相を持つ反射干渉信号を生成する傾向がある。異なるサイズの各特徴部の周波数と位相が収束するのは、平坦化点に近づくときだけである。この収束の前に、様々な異なるサイズの特徴部によって生じる干渉信号の独特な周波数と位相が組み合わされて、ランダムに変化するように見える検知器信号を生成する。しかしながら、この信号を処理して、特定サイズの特徴部や類似サイズの特徴部のグループを除き、異なる速度でポリッシングされるすべての特徴部の干渉信号成分を取り除くことは可能である。一旦、特定サイズの特徴部や特徴部グループに伴う干渉信号が分離されると、ブランク酸化物ディスクからの材料除去に関して検討された方法を使用して、希望の皮膜厚さを得るのに必要な材料の量だけが除去される。

【0042】勿論、信号処理の前に、対象 (interest) とする特徴部によって生じた干渉信号成分の周波数を決定しなければならない。この周波数は、特定の積層皮膜厚さを持つべき構造に対応する構造によって排他的にパターン処理されたダイを含む試験片にCMPプロセスを施すことによって、容易に決定できるものと考えられる。このCMPプロセス中に生成された検知器信号は周知の方法によって解析され、上記構造に伴う表面特徴部によって生じた干渉信号の独特の周波数が決定される。

【0043】ウェーハのCMP処理中に、その場で、ダイ上の特定構造や類似サイズの構造グループの上の皮膜厚さをコントロールする上記方法を実行するために必要

な具体的ステップを、図14に関して説明する。ステップ502では、対象となる構造に伴う所定の周波数を持つ信号成分だけを通すように、検知器信号が濾波される。このステップは、周知のバンドパスフィルタ技術を使って達成される。次に、ステップ504では、検知器信号中の極大値と極小値、またはその逆の最初の発生間の時間が測定される (もっとも、完全1サイクルまたはその任意の部分を使用できたかもしれない)。サイクルの当該部分 (すなわち1/2サイクル) の間に除去される材料の量は、ステップ506で、前記方法によって決定される。次に、ステップ508で示すように、除去された材料量を測定時間で除することによって、除去速度が算出される。これは、材料がサイクルの直前部分で除去された速度を構成する。次のステップ510では、ステップ506で算出された除去材料の厚さが、除去すべき希望厚さ (すなわち、除去されたとき、対象となる構造上に積層する希望皮膜厚さになる厚さ) から差し引かれ、残りの除去厚さが決定される。次にステップ512では、この残りの除去厚さを前記の除去速度で割って、終了までにどれだけの時間CMPプロセスを続けるべきかが決定される。一旦、残りの時間が算出されると、極大値と極小値、またはその逆の発生の度毎にそのプロセスが繰り返される。従って、この方法の最初の作業 (iteration) と全く同様に、次に発生する極大値と極小値の間の時間が測定され、この極大値と極小値の発生によって代表されるサイクルの部分 (すなわち1/2) の間に除去される材料厚さを、測定時間で除算して、除去速度が算出される。しかし、次のステップ510では、括弧で示すように、すべての先行する繰り返し作業の間に除去された材料の総量が、希望の厚さから差し引かれる前に決定される。この方法のその他の部分は、除去すべき残りの厚さが新たに算出された除去速度によって除かれて、残りのCMPプロセス時間が決定されるので、そのまま変わらない。この作業は、残りのCMPプロセス時間が終了して次の繰返し作業が始まるまで継続される。ステップ514に示すように、その時点でCMPプロセスが終了する。

【0044】皮膜厚さをコントロールする上記方法は、図10の(B)で示すCMPプロセスの終点を決定する方法を利用しているが、希望すれば、本明細書に記載される他の終点決定方法もすべて使用できることを言及しておく。

【0045】更に、レーザー干渉計が発生するレーザービームのビーム直径 (すなわちスポット) と波長を有利に操作することも更に注目される。図15の(A)と(B)に示すように、細幅ビーム84、すなわち使用波長に対してできるだけ小さいスポットに集束されたビームは、よい広幅で集束の劣るビーム86よりも照射するウェーハの表面積が小さい。この細幅ビーム84は、広幅ビーム86よりも表面凹凸90による散乱 (すなわち

ビーム 88) を受け易い。というのは、広幅ビーム 86 はウェーハ 14 の表面領域のより広い部分に拡がって、より多くの表面凹凸 90 を包含するからである。従って、広幅ビーム 86 は統合的效果を持ち、ウェーハ 14 の表面を横切るときに、反射した干渉信号の極端な変動を受けにくいと考えられる。従って、この理由から広幅ビーム 86 の方が好ましい。レーザービーム幅は周知の光学装置を使って拡張できる。

【0046】ビームが完全に窓の境界内に含まれる時間は、細幅ビームの場合より少ないので、広幅ビームの方がプラテン 1 回転当りの利用可能なデータ収集時間を削減することも指摘しなければならない。しかし、前記データ収集方法に関して、このことにより大きな問題が生じてはならない。更に、広幅ビームは細幅ビームよりも広い面積に光のエネルギーを拡散させるので、反射の強さが多少弱くなる。この欠点はレーザー干渉計からのレーザービームの出力を増すことによって矯正できるので、反射ビームの強さの損失は検出時の要因ではない。

【0047】レーザービームの波長については、遠赤外線から紫外線までの任意の波長を使用できる。しかしながら、レッドライトレンジのビームを使用することが望ましい。この理由は 2 つあって、第 1 に、より短い波長は、散乱がレーザービームの周波数の 4 乗に比例するので、化学スラリーによって生じる散乱量の増加をもたらす。従って、波長が長い程、散乱は少なくなる。しかしながら、波長を長くすると、1 周期当りに除去される材料の量はほぼ  $\lambda / 2n$  に等しいので、干渉信号の 1 周期当りに除去される酸化物層の量が多くなる。従って、波長が短い程、1 周期に除去される材料は少なくなる。余分の材料を除去する可能性を最小にするために、各周期の間に、できるだけ少量の材料を除去することが望ましい。例えば、サイクル数またはその一部をカウントして除去酸化物層の厚さを決定する前記方法を使用するシステムでは、各サイクルまたはその一部の間に除去される材料量をできるだけ少なくすれば、希望量を超えて除去される余分の材料は最小になるだろう。

【0048】レッドライトレーザービームを選べば、波長選択時のこれらの 2 つの競合要因が最適にバランスされると考えられる。レッドライトは許容可能な散乱度を提供すると共に、制御不能な量の材料がサイクル当りに除去されることがない。

#### 【0049】第 2 の実施形態

生成される干渉波形は、ポリッシングプロセスに関するかなりの追加情報を提供する。この追加情報を使って、ポリッシング層の均一性の直接測定を行なうことができる。また、それを使って、CMP システムが仕様通り作動していない（すなわち、希望通りに作動していない）ことを検出することもできる。これらの両方の用途について説明する。

#### 【0050】均一性の測定

CMP 装置で実行されるポリッシングおよび／または平坦化作業では一般に、ウェーハ／基板の表面全体にわたる均一な表面層の生成が要求される。言い換えれば、ウェーハの中心部はその縁部と同じ速度でポリッシングされなければならない。通常、ポリッシング層の厚さは約 5～10% 以上変化してはならない。この均一性レベルが達成されない場合、装置の歩留まりが許容できないほど低下するので、ウェーハを使用できない場合がある。実際には、ウェーハ全体にわたる均一なポリッシング速度の獲得はかなり難しい場合が多い。通常、仕様範囲内での実行を維持するためには、様々な変数を最適化する必要がある。前記の終点検知器は、ポリッシング中の層の均一性をモニターする極めて便利なツールを提供し、またそのモニターは、直接的なデータ収集とデータ処理の両方について実施できる。

【0051】我々は、ポリッシング中に干渉計によって生成される干渉波形が、ポリッシング中の層の均一性に関する情報を提供することを見いだした。上記のように、表面層（例えば酸化物層）がポリッシングされているときに干渉計の出力が正弦信号として現われる。その信号のピーク間の距離が、除去された材料量を示す。その正弦信号の上には別の高次周波の正弦信号も存在するだろう。その高次周波信号の振幅は、ウェーハの表面全体でどれだけポリッシング層の厚さが変動しているかを示す。

【0052】高周波信号が現われる理由は下記の通りである。ポリッシングが行なわれているとき、干渉計は通常、ウェーハ表面を横切って異なる場所をサンプリングする（または調べる）。これは、ポリッシング中、プラテンとウェーハの両者が回転しており、更にウェーハもプラテンに対して軸方向に移動しているからである。かくして、ポリッシング中、ウェーハ表面の異なる部分がプラテンの孔の上を通過し、干渉計はその孔を通してポリッシング中の層を見ることになる。ポリッシング層が完全に一樣であれば、合成干渉波形は、ウェーハ表面を横切る異なる場所のサンプリングによって影響を受けることはないだろう。つまり、それは実質的に同一の振幅を持つことになる。他方、ポリッシング層が均一でない場合、異なる場所のサンプリングは正弦基本信号の上に更なる変動をもたらす。この更なる変動は、使用される回転速度と走査速度に依存する周波数を持ち、またポリッシング層の不均一の程度に比例した振幅を持つ。そのような波形の例を図 16 に示す。この例では、不均一性が比較的大きかったので、高周波信号をはっきり示している。

【0053】均一性の尺度は、低周波信号のピーク対ピーク振幅  $A_{lr}$  に対する、高周波信号のピーク対ピーク振幅  $A_{hr}$  の比である。この比が小さい程、ポリッシング層の均一性が向上し、反対にこの比が大きい程、不均一性が大きくなる。

【0054】均一性の尺度を作成するCMP装置を図17に示す。先に記載の図2に示すコンポーネントの他に、装置はコンピュータを含み、このコンピュータは干渉計の動作を制御すると共に、干渉信号をもとに均一性の尺度を生成するために必要な信号解析を行なうようにプログラムされており、また装置は、様々な情報と結果をオペレータに表示する表示装置160を含む。コンピュータ150は、例えば、適切にプログラムされた標準PCと、専用として特別設計されたデジタル演算処理装置を含め、制御および信号処理機能を実行できる任意の装置でよい。表示装置160は、ビデオディスプレイ、プリンタ、またはCMP装置オペレータに情報を連絡する任意の適切な装置およびその組合せでよい。

【0055】均一性の尺度を作成するために、コンピュータ150は、図18に示す信号処理その他の機能を実装して実行するようにプログラムされている。それに関して、コンピュータ150は、2つのプログラム可能なバンドパスフィルタ、すなわち高周波フィルタ152と低周波フィルタ154とを実装している。高周波フィルタ152は、均一性情報を含む高周波信号の周波数を中心とする通過帯域を持ち、低周波フィルタ154は、ポリッシング速度情報を含む低周波信号の周波数を中心とする通過帯域を持つ。これらの両通過帯域の幅は、周期が数十秒のオーダーの場合、数ミリヘルツのオーダーである。実際には、通過帯域の幅は、中心周波数に比例して変化するように、また言い換えると、調査される信号の周期に反比例して変化するようにプログラムされる。すなわち、関連信号の周期が増大すれば、バンドパスフィルタの帯域幅は減少し、その逆も成り立つ。

【0056】図19の(A)は実際の装置から得られた干渉計信号の例を示す。最初、信号は層が全く均一であること、すなわち、識別可能な高周波信号が低周波信号の上に乗っていないことを示しているのに注目されたい。短時間のポリッシングが行なわれた後に高周波信号が現われ始め、或るレベルの不均一性を示す。低周波フィルタ154は低周波成分を選択してその他の周波数を濾波し、図19の(B)に示す形の出力信号を発生させる。同様に、高周波フィルタ152は高周波成分を選択してその他の周波数を濾波し、図19の(C)に示す形の出力信号を生成する。

【0057】コンピュータ150は、フィルタ152と154の出力信号のピーク対ピーク振幅をそれぞれ測定する2つの振幅測定機能156と158を実装している。濾波された2つの信号の振幅が決定されると、コンピュータ150は、低周波信号のp-p振幅に対する高周波信号のp-p振幅の比(すなわち、 $A_{hr}/A_{lr}$ )

(機能ブロック162参照)を計算する。その比を計算した後、コンピュータ150はその算出比を、ローカルメモリへ先に記憶された閾値、つまり基準値164と比較する。算出比が記憶された閾値を超える場合、コンピ

ュータ150は、ポリッシング層の不均一性が許容量を超えている旨、オペレータに警告する。それに応じて、オペレータはプロセスパラメータを調節して、プロセスを仕様内に戻すことができる。

【0058】高周波信号はポリッシングがある程度行なわれた後のみに現われる傾向があるので、不均一性の測定は待ってから行うのが有益である。実際は、その比を定期的に自動計算して、ポリッシング作業全体を通してポリッシング層の不均一性をモニターすることが望ましいかもしれない。その場合、ポリッシングプロセスに現われている変化および/または傾向をオペレータが検出できるように、コンピュータ150がプロセス全体を通して、その算出比を出力することも望ましいだろう。ポリッシング中の実際の生産品ウェーハに対して直接的にモニターを行なった場合は、この点は特に有益であろう。

【0059】ここで記載した機能は、コンピュータ上で動作するソフトウェアを介して実行できるか、この特定目的のために製作した専用回路を介して実行できることに注意されたい。

【0060】バンドパスフィルタは、当該技術に精通する者にとっては周知の技術を使って実装できる。記載の実施例では、それらは周波数と時間領域のいずれかで実行可能なFIR(有限インパルス応答)フィルタである。しかしながら、干渉計信号が入手可能な状態の時にリアルタイムで濾波を行なうために、発生時にその波形に適切な関数を絡ませることによって、時間領域で濾波が行なわれる。その適切な関数は、勿論、言うまでもなく希望の特性(すなわち、中心周波数と帯域幅)を持つバンドパスフィルタの時間領域表示である。

【0061】適切なフィルタパラメータを規定するためには、そのフィルタが選択すべき信号の周波数を知る必要がある。この情報は、干渉計の信号波形から容易に入手できる。例えば、低周波フィルタの中心周波数は、ウェーハ(例えば、単一の酸化物被覆を持つブランクウェーハ)の一バッチ(例えば25枚)を実行してポリッシング速度の正確な尺度を得ることによって入手できる。代替として、ポリッシング速度は、低周波信号のピーク間の距離を測定することによって、ポリッシング実行の最初の時点で決定できる。勿論、この代替方法を使用した結果は、大量のウェーハに対する測定値を平均する場合ほど正確ではない。いずれにしても、ポリッシング速度がバンドパスフィルタの中心周波数を決定し、またフィルタの希望帯域幅と共にその中心周波数を知ることによって、時間領域フィルタ関数の正確な形および/またはFIRフィルタの係数を容易に決定できる。

【0062】高周波信号の周波数は、同様の方法、すなわちCMP装置によるウェーハポリッシング中に、干渉計によって生成されるトレースから直接に入手できる。言い換えれば、オペレータは単に高周波信号のピーク間

の距離を測定するだけである。このプロセスは、オペレータが指示装置（例えばマウス）の助けを借りてビデオディスプレイに現われる波形上の2点をマークできるように、またコンピュータがプログラミングによってその周波数を自動計算した後に適切なフィルタ係数を作成できるように、容易に自動化できる。次に、そのフィルタ関数のフィルタ係数および／または時間領域表示は、後からポリッシング時に使用して濾波作業を行なうために、ローカルメモリに記憶される。

【0063】プロセス・サイン(process signature) 10  
干渉計の波形は、その波形が得られた装置のサインの代わりにともなる（すなわち、それが装置の特徴を表す）。これによって、その波形は、生産作業に関して装置を評価するための有益な情報を提供する。希望通り作動していることが分かっている装置に対してサインが得られた場合、そのサイン波形（または波形から抽出された特徴）を、後から生成されたサインを比較する基準として使用して、後からサインが得られた当該装置が仕様内で機能しているか否かを決定することができる。例えば、20  
ポリッシングパッドが交換されたり、新しいバッチのスラリをCMP装置で使用する場合、オペレータは、その変更は、装置が実行するポリッシングの質に有害に作用したか否かを知ることがある。我々は、CPM装置の性能の変化がサインの変化をもたらすことを見いだした。つまり、以前は存在しなかった或る特徴が波形の中に現われるか、さもなければ前から存在する特徴が変化する。これらの変化を検出することによって、装置が希望通り作動していない時を検出できる。

【0064】上記実施形態では、干渉計波形から抽出される特徴は、ポリッシング速度と均一性の尺度である。30  
これらの特徴はいずれも、ポリッシング中に生成される干渉計の波形から、先に記載の方法を使って容易に得ることができる。適切に作動する装置は、特定のポリッシング速度と特定の均一性の尺度を作り出す。これらの基準値からのずれは、装置が望ましい作業ポイントから逸脱している指標を与えると共に、製品の破壊を避けるために、オペレータに是正措置の必要性を警告する。

【0065】CMP装置のサインを使用する方法を図20の(A)に示し、ここで説明する。最初、最適作動状態にあること分かっているCMP装置に対して干渉計波形（すなわち、サイン）が作成される（ステップ250）。40  
システムが最適作動状態にあるか否かの決定は、一組のテストウェーハを処理して結果を解析することによって経験的に決定される。生じた結果が仕様内にあるときは、その構成と一連の作業状態に対してサインを作成できる。干渉計波形の一部を取り込む前に、波形がそのポリッシング装置の真のサインになるように、酸化物の厚さの50～100%の間でウェーハをポリッシングすることが望ましい。

【0066】波形が得られた後、作成された波形から関 50

連する特定の特徴が抽出され（ステップ252）、将来その装置性能を評価するための基準として、後で使用するために記憶される（ステップ254）。代替として、波形自体を記憶して基準として使用することもできる。記載の実施形態では、抽出された特徴は、ポリッシング速度と均一性の尺度とであり、両方とも上記のように、波形から決定できる。

【0067】図20の(B)を参照すると、後刻、記憶されたサイン（または抽出された特徴）を使って、当該装置や別の装置を生産用途に対して評価することができる。或る装置を生産に対して評価するには、その装置に対する新しいサインを獲得して（ステップ258）、関連する特徴をその新しいサインから抽出する（ステップ260）。抽出された特徴は、次に、記憶された特徴の基準セットと比較される（ステップ264）。抽出された特徴のセットの性質を持つ作業ポイントが、記憶された特徴の基準セットによって定義された基準ポイント付近の所定の領域内にある場合、その装置は適切に作動しており、また製品ウェーハの処理のためにその装置を稼働させることができる旨、決定される（ステップ266）。このプロセスを自動化すれば、コンピュータは、プロセスが仕様内にあることをこの時点でオペレータに知らせることになる。これに反して、作業ポイントが所定の領域外にある場合、それは、装置が仕様範囲内で作動していないことを示し、是正措置を取れるように、この問題に対してオペレータに警告される（ステップ268）。是正措置は、プロセスを仕様範囲内に引き戻すためにプロセスパラメータを適切に調節するステップを含んでもよい。例えば、ポリッシング速度が早すぎるか、酸化物の不均一性が許容値を超える場合、オペレータは、スラリの新しいバッチの使用や、パッドに働く圧力の調節や、更にはパッドの交換さえも適切であると認識できる。選択される是正措置のそれぞれの内容は、勿論、装置が望ましい作業ポイントからどれだけ逸脱しているかの詳細、その装置の構成と作業パラメータ、およびオペレータの経験による学習に依存している。

【0068】更なる有益情報をオペレータに提供するために、コンピュータは、その表示装置を介して、抽出した特徴に関する情報をオプションとしても出力する（ステップ262）。表示される情報は、抽出された特徴や、波形や、記憶された基準セットの様々な特徴に対する、抽出された各種の特徴の近似の程度として提示できるし、オペレータに最も有益であると判っているあらゆる方法で提示できる。

【0069】勿論、直接的なリアルタイムの上記モニター手順は、生産ウェーハを処理しながら定期的に使用できるし、CMP装置の何らかのプロセスパラメータが変更されて（例えば、新しいポリッシングパッド使用、パッド圧力調節、新バッチスラリの使用）CMPプロセスがまだ仕様範囲内にあることを知る必要が生じたとき

は、いつでも使用できる。更に、それは、実際の製品に使用する前にCMP装置を評価するために、実際の製品の代わりに、ブランクとしてウェーハに対しても使用できる。

【0070】我々は、サイン波形から情報を抽出するステップに対する直截的で単純なアプローチ、すなわちポリッシング速度と均一性の尺度を使って説明したが、サインまたは干渉計はより精巧な技術を使って解析できる（例えば、1、2の例を挙げるだけだが、パターン認識や特徴認識その他の画像解析アルゴリズム、または神経ネットワーク）。装置の動作に関して各種の抽出された特徴がもたらす情報は、経験を通して決定できるし、またオペレータにとって最も重要と思われる情報をもたらす特徴が使用できる。

【0071】また、オペレータに対する干渉計波形（例えばプロセスのサイン）の単なる表示が、装置は如何によく機能しているかの貴重なフィードバックを与えることも注目すべきである。通常、人間の目は、期待するイメージからの微妙な変化を検出する点で極めて敏感である。従って、若干の経験の後、オペレータはしばしば、単に波形を見るだけでCMP装置の総合的な性能の変化と切迫した問題を検出することができる。かくして、当該実施形態では、コンピュータが、処理中にオペレータにサイン波形も表示するので、オペレータもそれを使って装置の性能をモニターできる。

【0072】なお、当業者には公知の技術を使って、オペレータが探索する変化を自動的に認識または検出すると共に、特定の問題に対してオペレータに警告を発するソフトウェアを容易に開発できる。

【0073】性能を改善するための変形実施形態別の実施形態は、干渉計とウェーハとの間の、パッド内の窓に対する改変を含む。パッドは干渉計レーザービームの実質的部分を透過するが、パッドの底面からの反射成分もかなり存在することが分かっている。この状態を図21の(A)に示すが、この場合、レーザー干渉計32から発射されるレーザービーム34の一部が、パッド22を透過して、透過ビーム702を形成し、レーザービーム34の一部はパッド22の裏面704で反射して、反射ビーム706を形成する。この反射ビーム706は、データ信号中にかなりの直流(DC)シフトを生成する。図21の(B)にこのシフトを示す(明瞭化のために誇張されている)。この例において、反射レーザー光がもたらすDCシフトにより、信号全体に約8.0ボルトが追加される。DCシフトは、データ信号の有効部分の解析で問題を生じる。例えば、データ解析設備が0~10ボルトの範囲で動作する場合、信号のDC成分を削減または除去しない限り、対象部分のレベルアップのためのDCシフト信号の増幅は殆ど不可能である。DC成分を除去しないと、設備は増幅信号によって飽和してしまうだろう。DC成分を電子的に削減したり除去し

たりするには、追加の信号処理技術が必要で、信号の有効部分の劣化をもたらすかもしれない。DCシフトがここに記載した程大きくない場合でも、これを除去するには、まだ何らかの信号処理を必要とするかもしれない。従って、この望ましくないDC成分を削減または除去する非電子的方法が望まれる。

【0074】図21の(C)に示すように、パッド22の裏側の窓を構成する部分に拡散面704'を造ることによって、その表面からの反射光が減衰することが判明した。かくして、データ信号の望ましくないDC成分が削減される。この拡散面704'は、非透過レーザー光708の大部分を干渉計32の方向に反射するのではなく、実質的に散乱させる。ウェーハからの反射信号も当然、拡散面704'を通過するので、それによってその一部も散乱する。しかしながら、これは干渉計の性能を大きく劣化させないことが分かっている。

【0075】図21の(D)は、拡散面704'を使用したときに得られるデータ信号を示す。見て分かるように、DC成分が除去されているので、それを電子的に除去する必要なしに信号を容易に増幅、処理することができる。

【0076】いかにして拡散面を作るかは大した問題ではない。ポリッシングパッドの裏面の窓付近をサンディングするか、拡散材料の皮膜を塗布するか、あるいは希望の結果を生じる他の任意の方法で作ることができる。本発明を好ましい実施形態によって説明したが、本発明は図示、説明された実施形態に限定されるものではなく、本発明の適用範囲は特許請求の範囲に定義される。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】従来技術を代表する機械化学的ポリッシング(CMP)装置の側面図である。

【図2】本発明によって構成された終点検出装置を有する機械化学的ポリッシング装置の側面図である。

【図3】(A)~(D)は、それぞれ、図2の装置の窓部分の実施形態の断面略図であり、(E)は、図3の(D)の窓部分に使用される透明プラグの平面略図であり、(F)は、図3の(D)の窓部分のアセンブリを示す断面略図である。

【図4】図2の装置の窓部分の断面略図であって、レーザー干渉計のコンポーネントがレーザービームを発生して反射干渉ビームを検出する状態を示す図である。

【図5】図2の装置で処理されている状態の、ブランク酸化物ウェーハの断面略図であって、ウェーハ上に衝突するレーザービームと反射ビームとが、合成干渉ビームを形成する状態を概略的に示す図である。

【図6】図2の装置のプラテンの平面略図であって、窓とセンサープラグとの間、およびセンサとレーザー干渉計との間で可能な一つの相對編成を示す図である。

【図7】図2の装置のプラテンの平面図であって、窓とセンサープラグとの間、およびセンサとレーザーとの間



の相対編成を示し、窓の形状は円弧であることを示す図である。

【図8】本発明による区分的データ収集方法の流れ図である。

【図9】(A)および(B)は、ブランク酸化物ウェーハを薄くする加工時間全体にわたる、レーザー干渉計からのデータ信号の周期変動を示すグラフであり、(A)は、希望のサンプル時間にわたって積分されたデータ信号の積分値を示すグラフ、(B)は、その積分値の濾波された値を示すグラフである。

【図10】(A)は、本発明による、ブランク酸化物ウェーハの酸化物層を薄くするCMPプロセスで終点を決定する後向き法(backward-looking method)のブロック図であり、(B)は、本発明による、ブランクとしての酸化物ウェーハの酸化物層を薄くするCMPプロセスで終点を決定する前向き法(forward-looking method)のブロック図である。

【図11】(A)～(C)は、図2の装置によって処理中の、不規則面を持ちパターン処理されたウェーハの断面略図であって、(A)は、CMPプロセス開始時のウェーハを示し、(B)は、プロセスのほぼ中間時のウェーハを示し、(C)は、平坦化時点に近いウェーハを示す図である。

【図12】本発明による、不規則面を持ちパターン処理されたウェーハを平坦化するためのCMPプロセスであって、終点を決定する方法の流れ図である。

【図13】パターン処理されたウェーハの平坦化時間全体にわたる、レーザー干渉計からのデータ信号の変動を示すグラフである。

【図14】本発明による、特定サイズの構造または類似サイズの構造グループの上に積層させる皮膜厚さを制御するための、CMPプロセスの終点を決定する方法のブロック図である。

【図15】(A)は、表面欠陥に小径レーザービームが照射された、ウェーハの断面略図であり、(B)は、表面欠陥に大径レーザービームが照射された、ウェーハの断面略図である。

【図16】ブランク酸化物ウェーハを薄くする加工時間

全体にわたる、レーザー干渉計からのデータ信号の周期変動を示すグラフであって、不均一なウェーハ表面に伴う高周波信号を含んでいるグラフである。

【図17】干渉計と、干渉計波形の出力信号を解析、応答するようにプログラムされたコンピュータとを含む、代表的なCMP装置の概略図である。

【図18】均一性を直接その場でモニターするためにコンピュータ内で実行される機能性を示すブロック図である。

10 【図19】(A)～(C)は干渉計信号の例を示し、それぞれ、低周波バンドパスフィルタによって濾波された後の干渉計信号と、高周波バンドパスフィルタによって濾波された後の干渉計信号を示すグラフである。

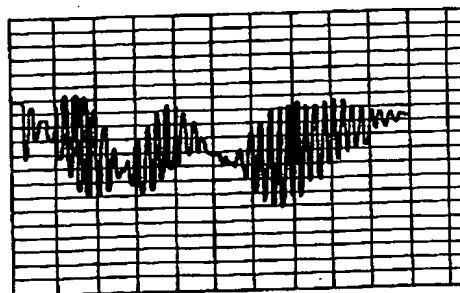
【図20】(A)および(B)は、CMP装置のサインを作成した後にそれを使って、装置を生産用に評価する手順を示す流れ図である。

20 【図21】(A)は、ポリッシングパッドを窓として使用する、図2の装置の窓部分の実施例の断面略図であって、パッドの裏側からの反射を示す図であり、(B)は、時間に対するレーザー干渉計からのデータ信号の周期変動を示すグラフで、図21の(A)の実施形態のパッドの裏からの反射によって大きな直流成分が生じているところを示すグラフ、(C)は、反射を抑えるために、拡散処理された裏面を持つ窓としてポリッシングパッドを使用した、図2の装置の窓部分の実施例の断面略図、(D)は、時間に対するレーザー干渉計からのデータ信号の周期変動を示すグラフであり、図21の(C)の実施例の拡散処理した裏面による、パッドの裏側からの反射で生じる大直流成分は無い状態を示すグラフである。

#### 【符号の説明】

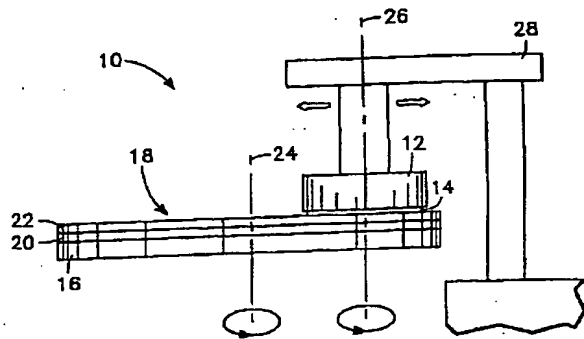
10…機械化学的ポリッシング、12…ポリッシングヘッド、14…ウェーハ、16…プラテン、18…プラテンパッド(ポリッシングパッド)、ポリッシングヘッド、20…裏打ち層、22…被覆層、600…プラグ、612…開口、614…接着剤、630…開口(第1開口)、632…開口(第2開口)。

【図16】

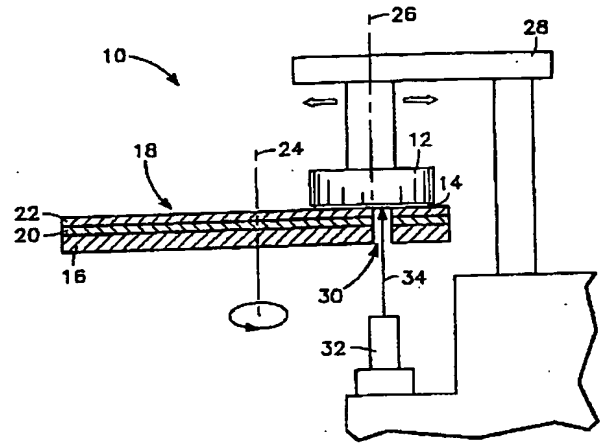




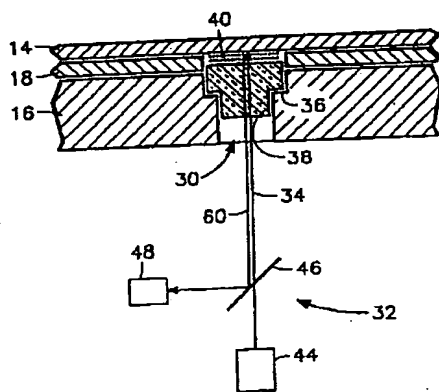
【図1】



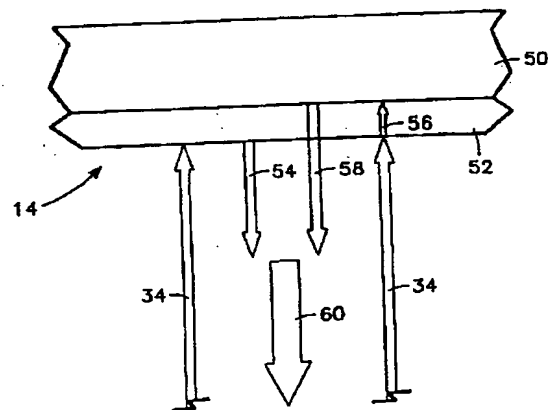
【図2】



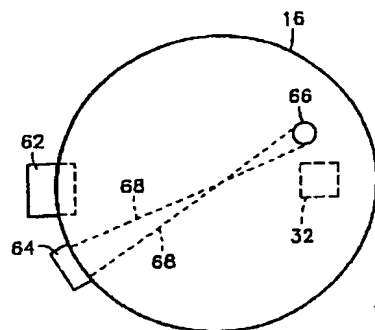
【図4】



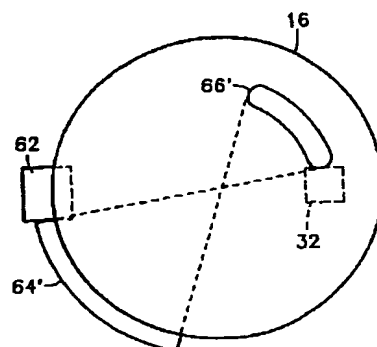
【図5】



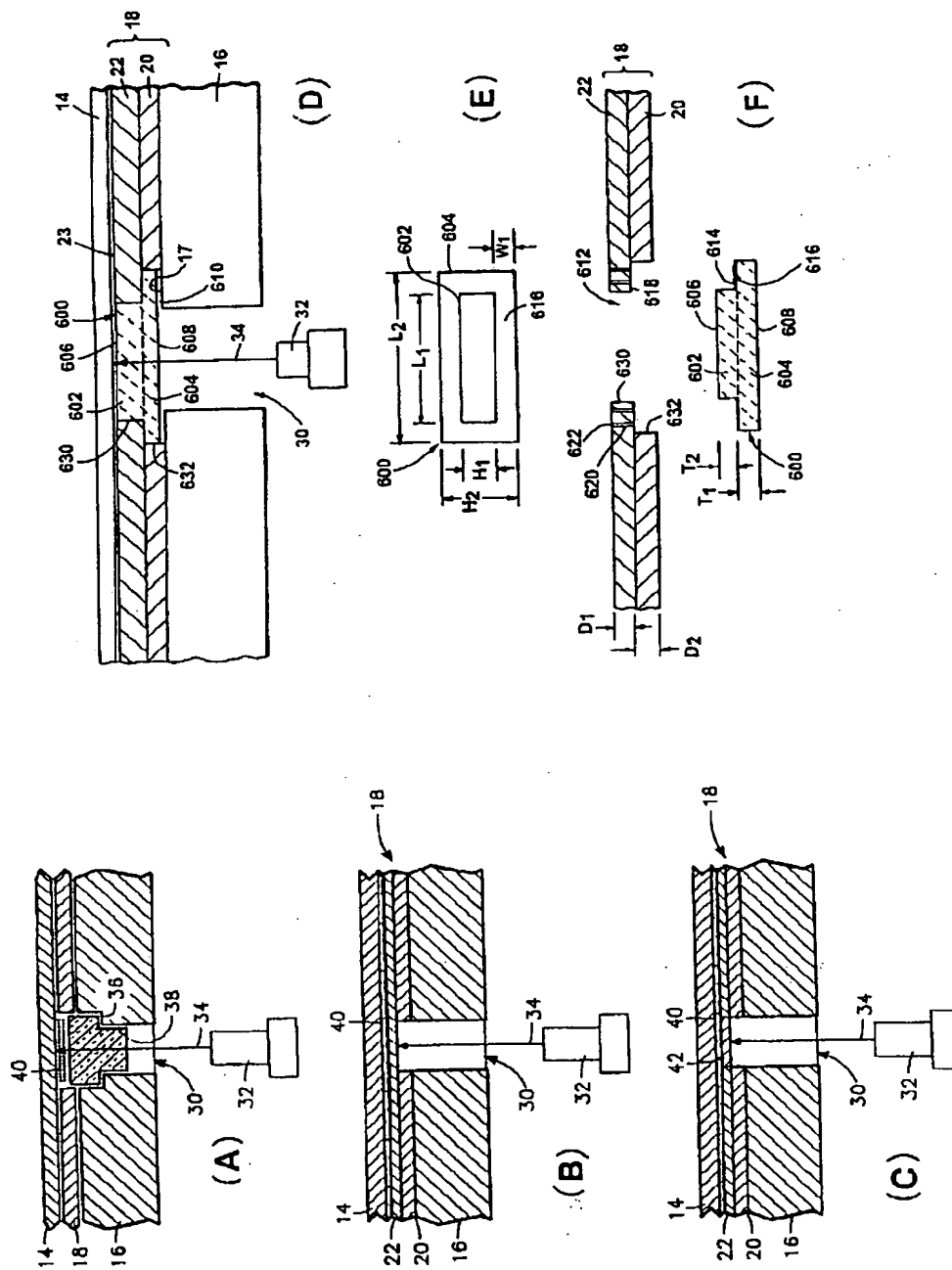
【図6】



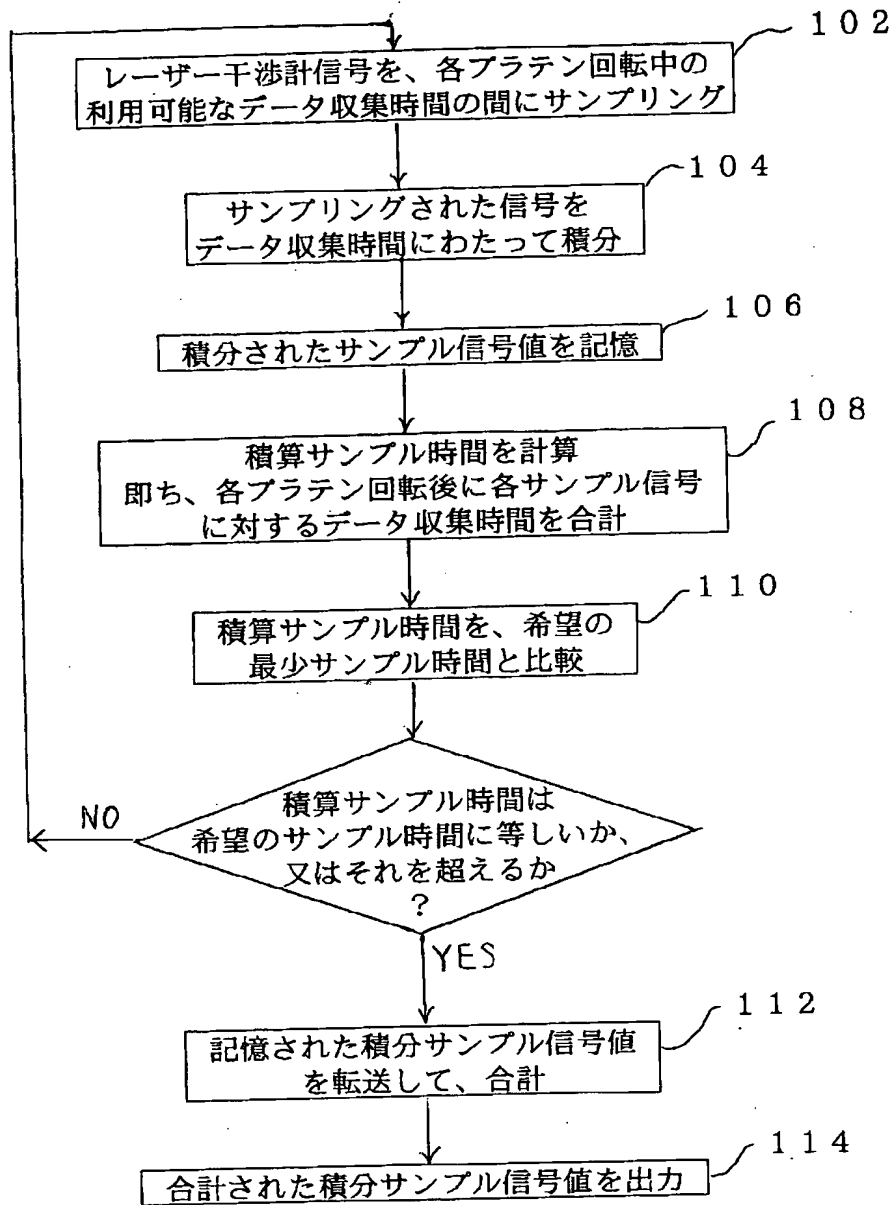
【図7】



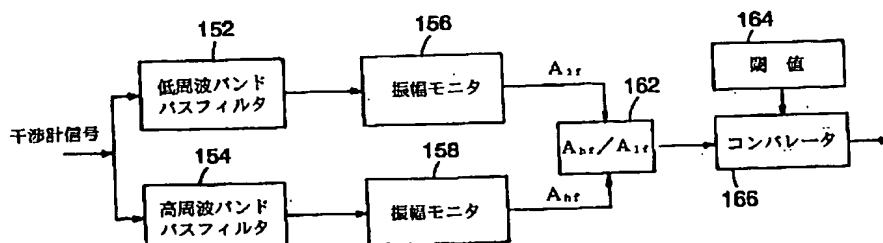
【図3】



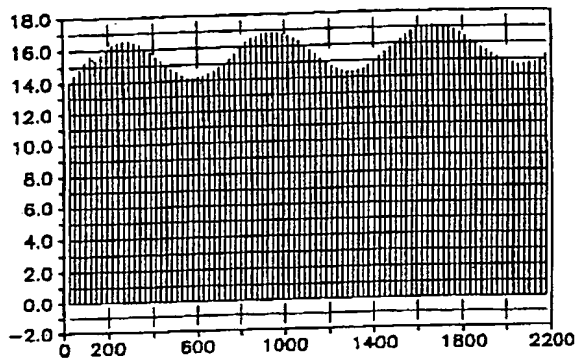
【図8】



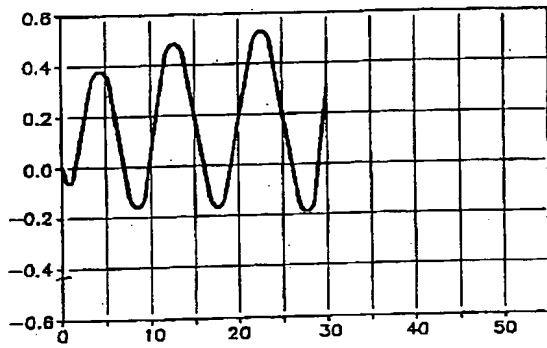
【図18】



【図9】

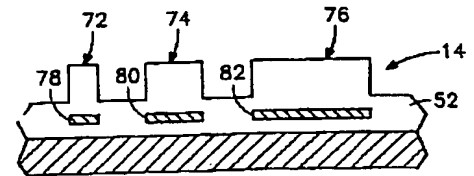


(A)

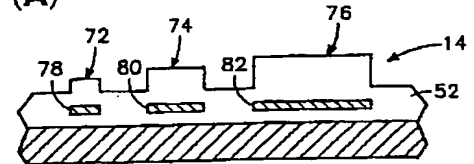


(B)

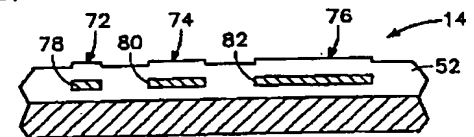
【図11】



(A)

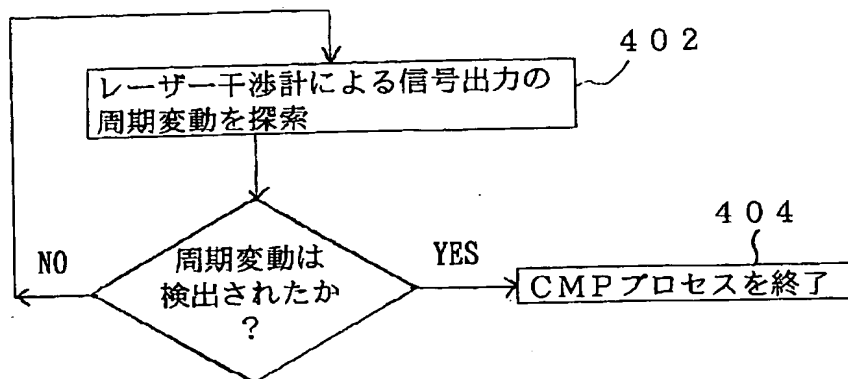


(B)

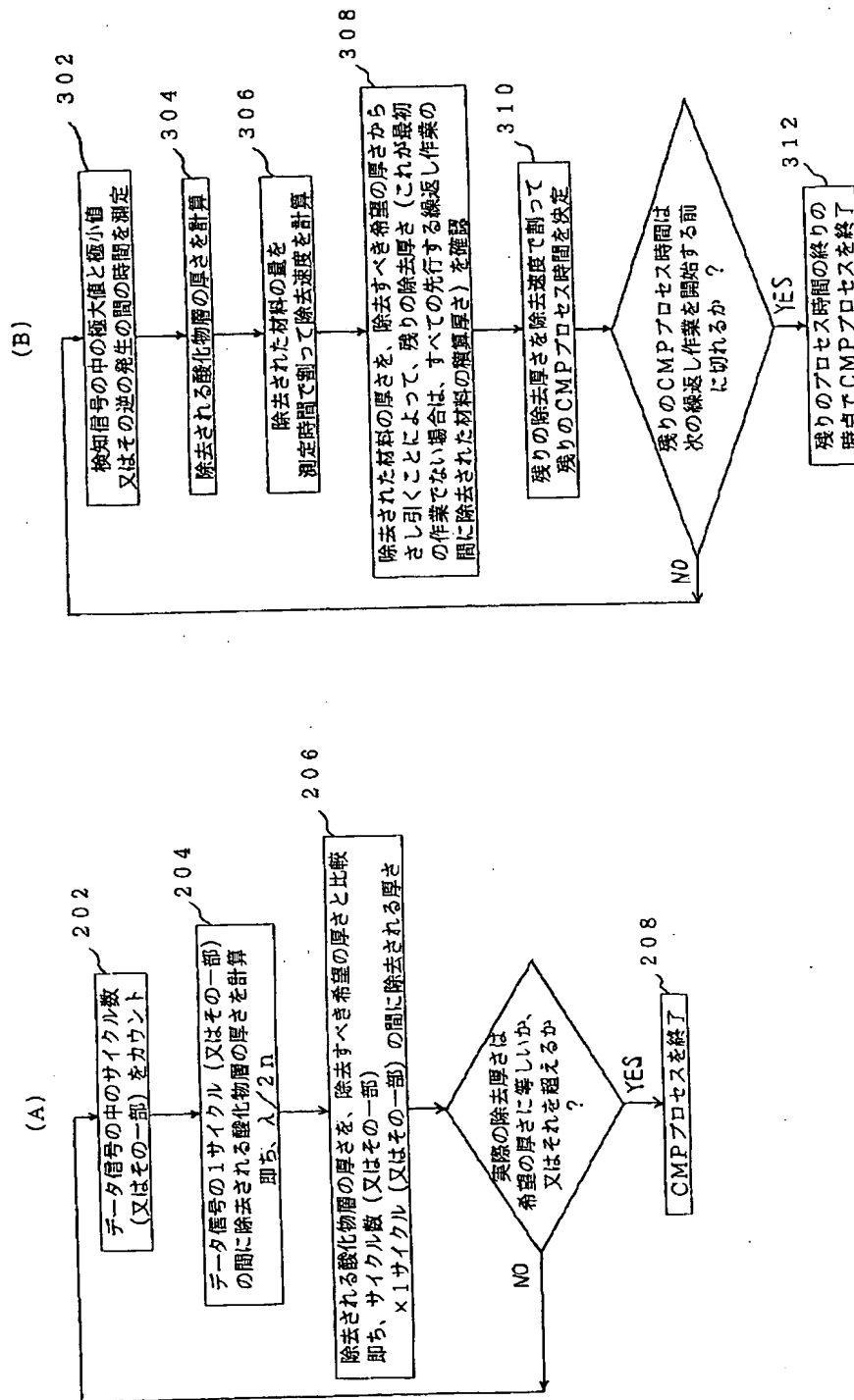


(C)

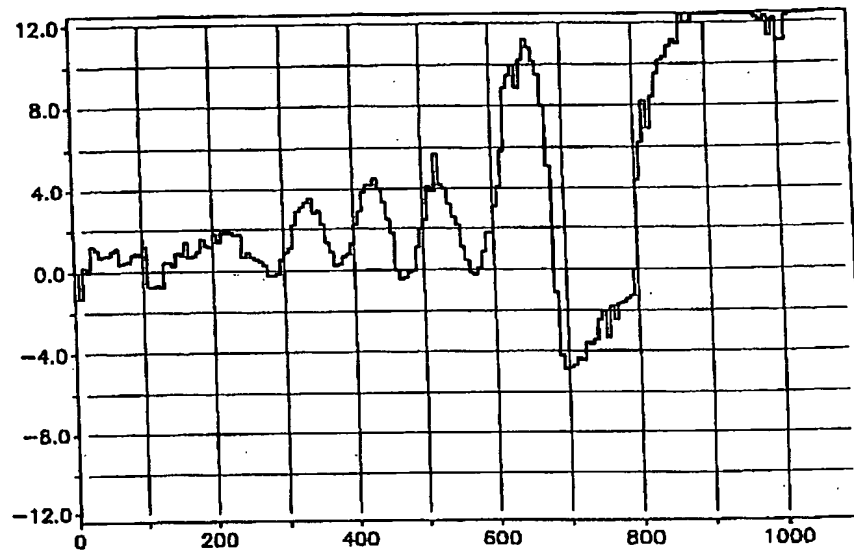
【図12】



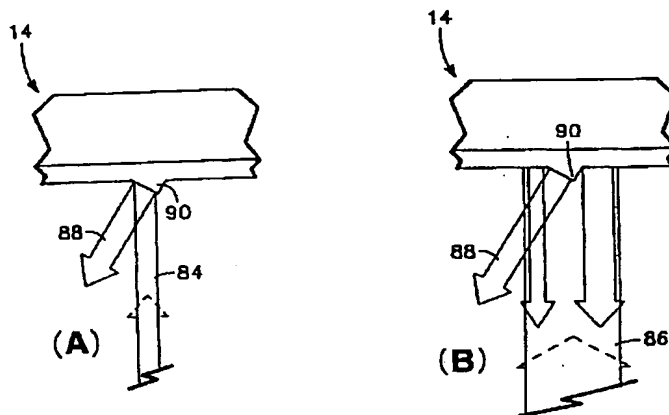
【図10】



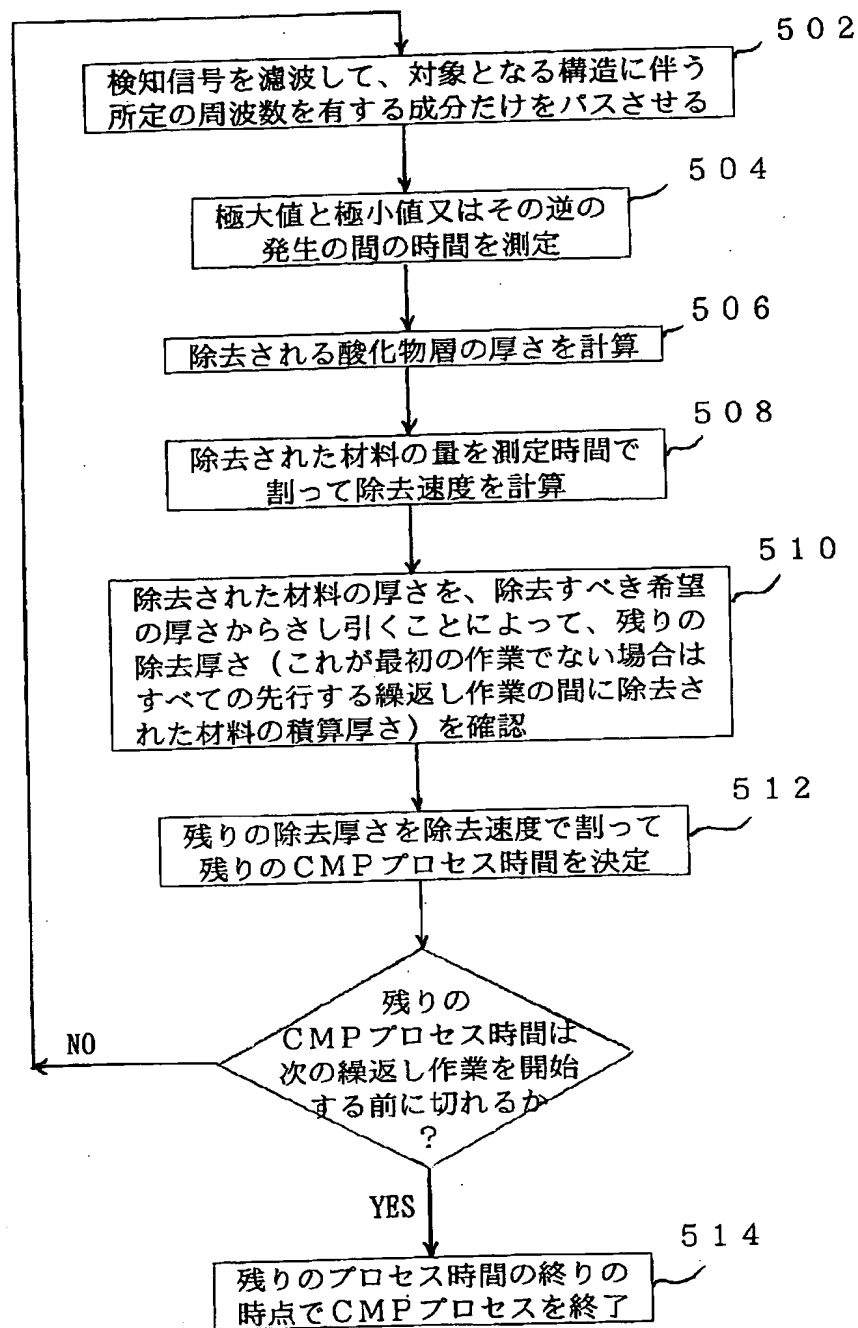
【図13】



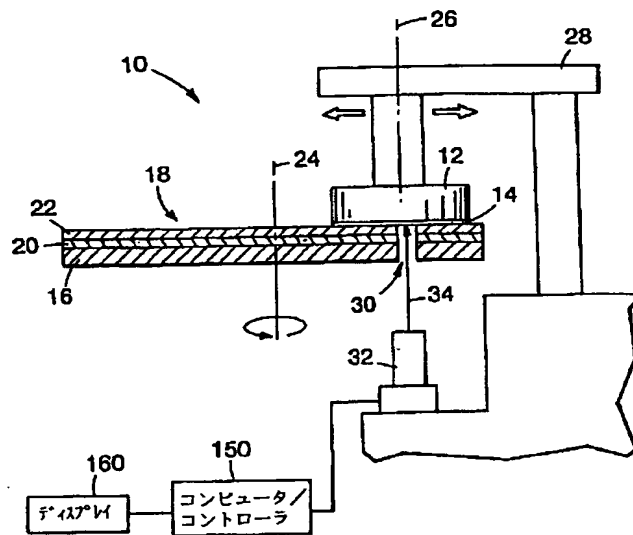
【図15】



【図14】

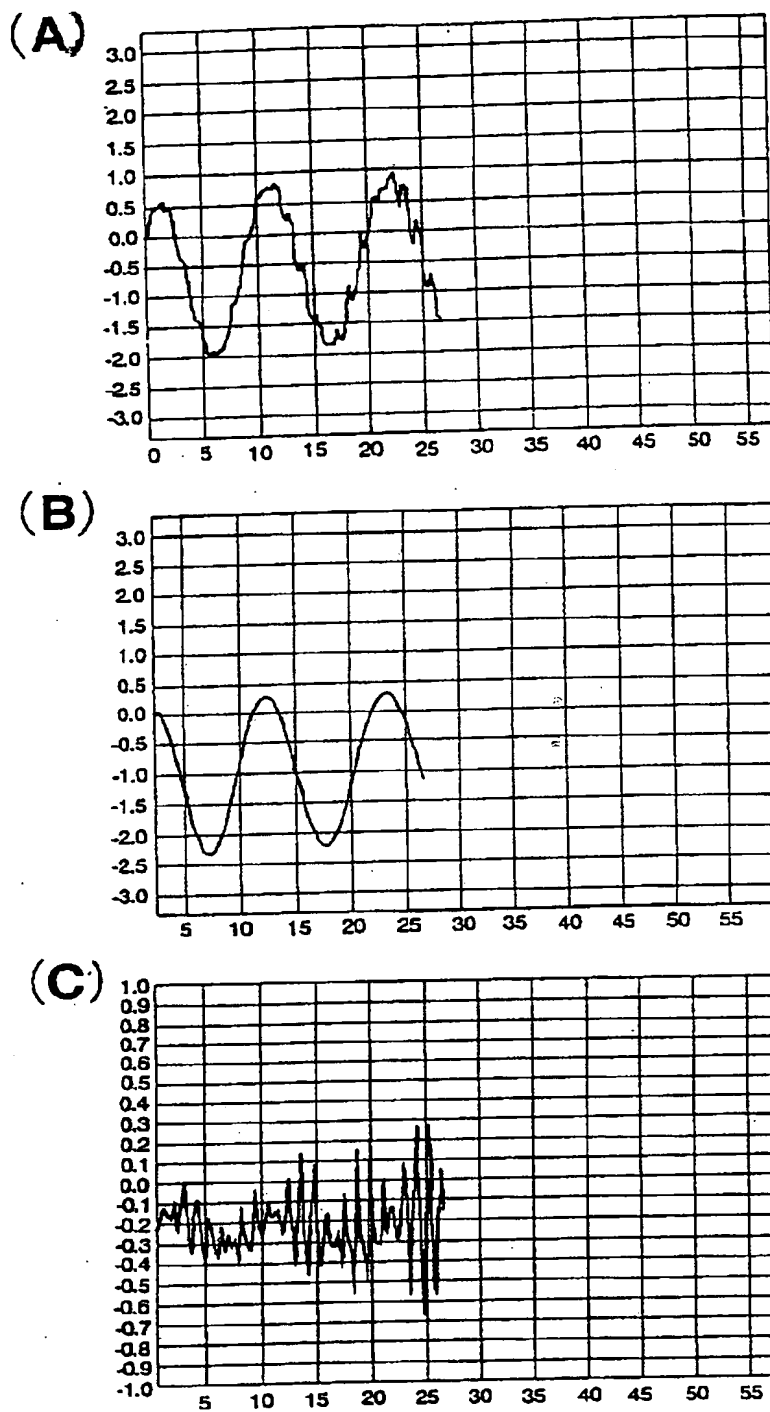


【図17】

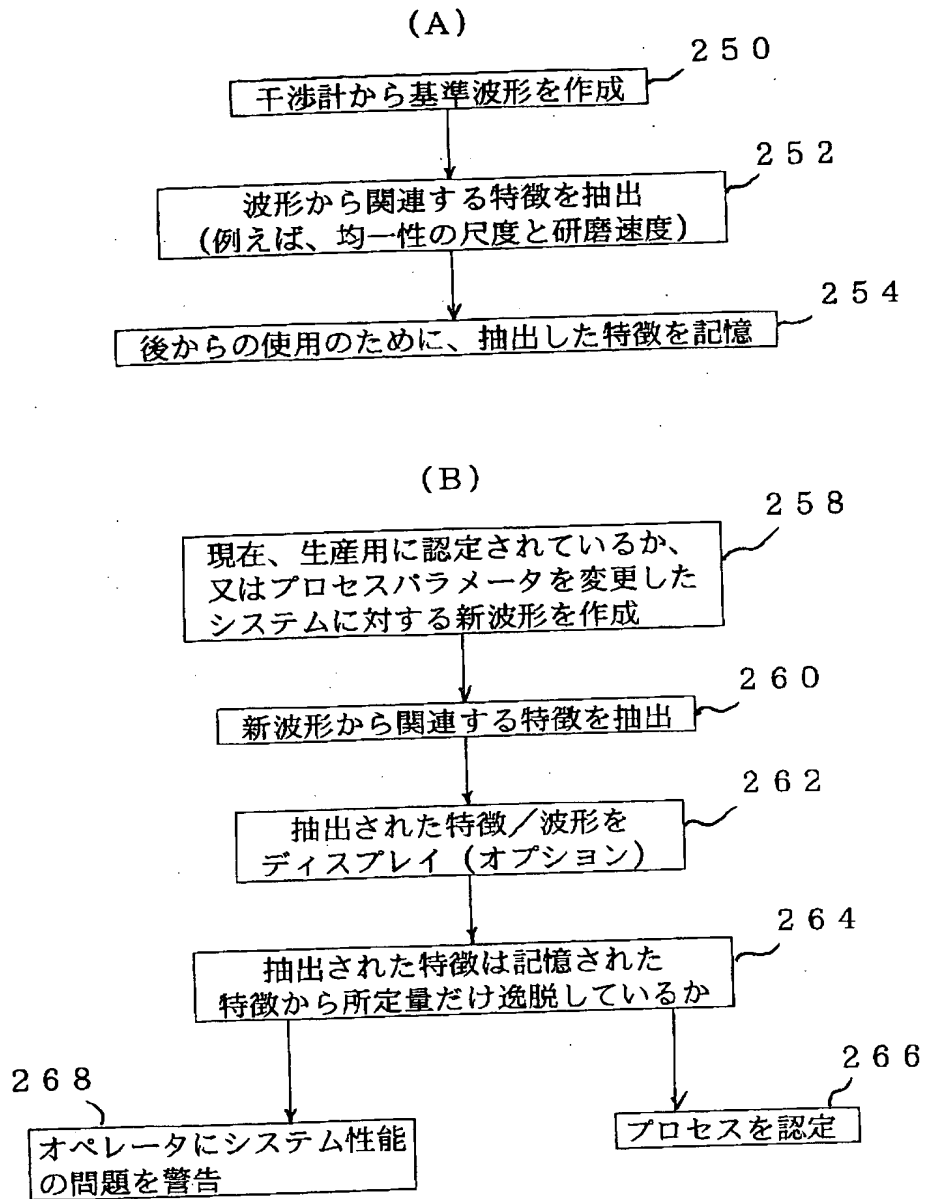




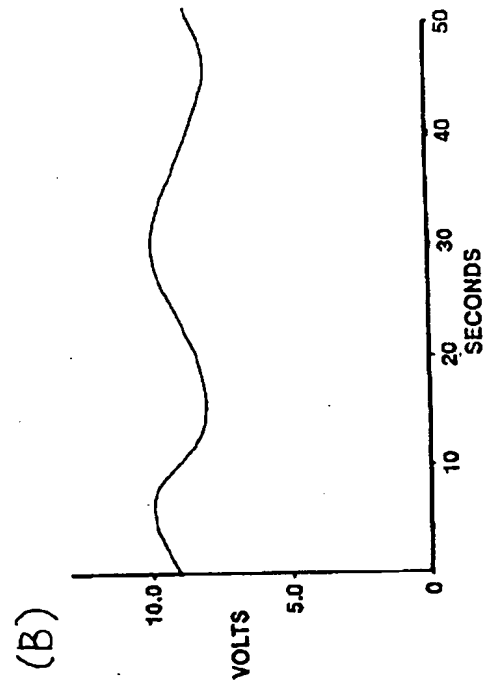
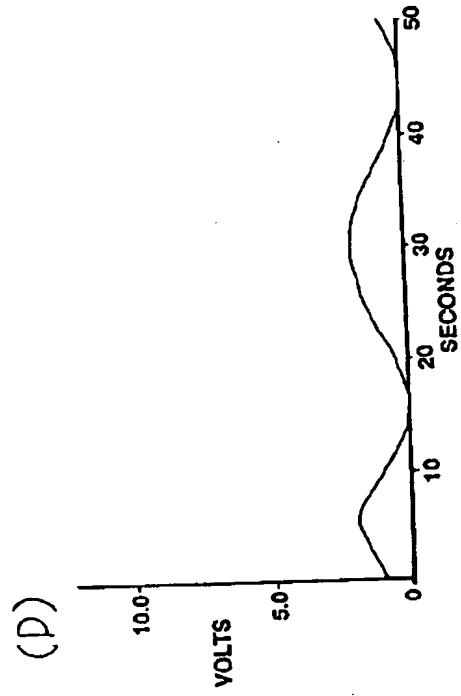
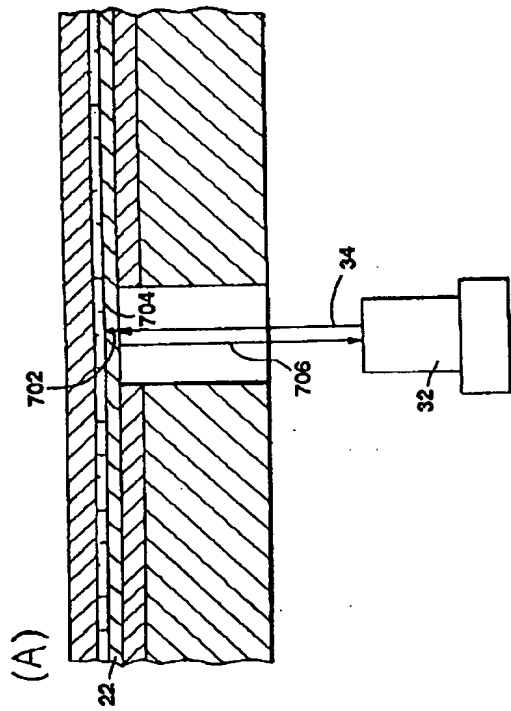
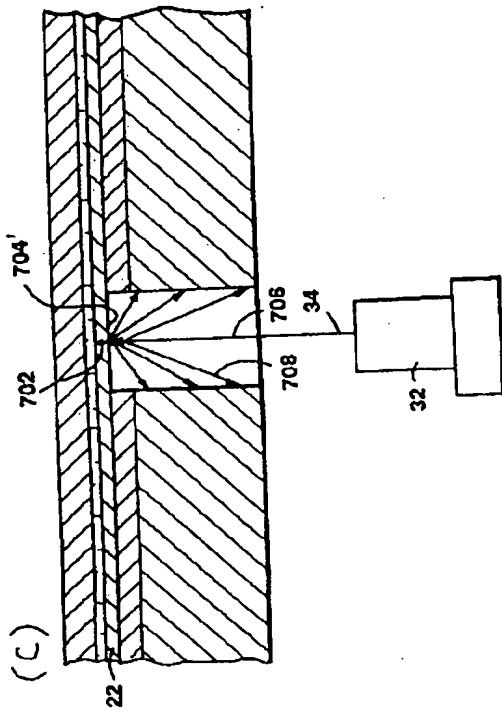
【図19】



【図20】



【図 2 1】



フロントページの続き

(72)発明者 アラン グリーソン  
アメリカ合衆国、カリフォルニア州、  
サン ノゼ、 ノース フィフティーンズ  
ストリート 617

(72)発明者 ウィリアム エル. ガスリー  
アメリカ合衆国、カリフォルニア州、  
サラトガ、 シー ガル ロード 20422